CONGRÈS INTERNATIONAL DES CHEMINS DE FER

CINQUIÈME SESSION

LONDRES : JUIN-JUILLET 1895

COMPTE RENDU GÉNÉRAL

PREMIER VOLUME

CONGRÈS INTERNATIONAL

DES

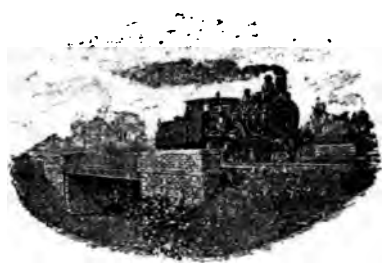
CHEMINS DE FER

CINQUIÈME SESSION

LONDRES : JUIN-JUILLET 1895

COMPTE RENDU GÉNÉRAL

PREMIER VOLUME



BRUXELLES
P. WEISSENBRUCH, IMPRIMEUR DU ROI
45, RUE DU POINÇON, 45

1896

AVANT-PROPOS

Dans les comptes rendus des autres sessions, le lecteur trouve toujours à côté du texte français le texte anglais des exposés et des communications originairement rédigés en anglais, parce que l'article 16 des statuts porte :

Les procès-verbaux et les comptes rendus sont rédigés en français, mais les orateurs ont le droit d'exiger la reproduction de leurs déclarations originales en regard de la traduction.

Cette fois, les textes originaux dont il s'agit devront être consultés dans l'édition anglaise du compte rendu. La Commission internationale s'est trouvée amenée à publier séparément cette édition en conséquence de la décision qu'elle a dû prendre, pour assurer le succès de la session de Londres, de traduire ou de résumer en anglais tous les exposés et les discours français.

Cependant, comme il est résulté de cette innovation que certaines parties des rapports de section ont été rédigées d'abord en anglais, il nous a paru impossible de les séparer de leur traduction anglaise et nous les reproduisons en deux colonnes, comme cela a été fait dans le journal quotidien de la session.

Dans un but d'économie, afin de n'avoir qu'un seul tirage, nous avons fait de même pour la liste des délégués et les autres documents préparatoires.

Enfin, il nous a paru impossible de séparer les discours de S. A. R. Mgr le prince de Galles et de M. Bryce, par exemple, de leur texte anglais; on trouvera donc aussi en deux langues le compte rendu des séances d'ouverture et de clôture.

Le Secrétaire
du Comité permanent,
L. Weissenbruch.

Le Président,
A. Dubois.

BUREAU GÉNÉRAL DE LA CINQUIÈME SESSION

GENERAL OFFICIALS OF THE FIFTH SESSION

Président d'honneur (Honorary President) :

H. R. H. the PRINCE OF WALES.

Président (Acting President) :

Right Hon. Lord STALBRIDGE, Chairman of the London and North Western Railway and President of the Railway Companies' Association.

Vice-présidents (1) :

Autriche-Hongrie (Austria-Hungary). — **Autriche.** — S. Exc. le Dr chevalier LÉON VON BILINSKI, conseiller intime I. R., chef de section au ministère I. R. du commerce, président de la direction générale I. R. des chemins de fer de l'État autrichien.

Hongrie. — JULES LUDVIGH, conseiller ministériel, membre de la Chambre des magnats, directeur-président des chemins de fer de l'État hongrois, membre de la Commission internationale du Congrès.

Belgique (Belgium). — A. DUBOIS, administrateur des chemins de fer de l'État belge, président de la Commission internationale permanente du Congrès.

Brésil (Brazil). — ROBERTO TROMPOWSKY LEITAO DE ALMEIDA, lieutenant-colonel du génie, chef de la Commission du ministère des travaux publics en Europe.

Chili. — VICTOR PRETOT FREIRE, ingénieur, inspecteur technique des matériaux en Europe.

Congo. — Le major ALBERT THYS, officier d'ordonnance du Roi des Belges, administrateur directeur général de la Compagnie du chemin de fer du Congo.

Danemark (Denmark). — TEGNER, directeur général des chemins de fer de l'État danois.

Égypte (Egypt). — S. Exc. BOGOS PACHA NUBAR, administrateur.

(1) En vertu de l'article 12 des statuts du Congrès, le premier délégué de chaque Gouvernement est de droit vice-président. (Art. 12 of constitution of the Congress runs as follows : The delegate nominated first by each Government is *ex-officio* vice-president.)

Espagne (Spain). — E. Echegaray, ingénieur en chef au ministère des travaux publics.

États-Unis d'Amérique (United States of America). — James R. Roosevelt, secretary of the United States Embassy in London.

France. — Alfred Picard, inspecteur général des ponts et chaussées, président de la section des travaux publics, de l'agriculture, du commerce et de l'industrie au conseil d'État, vice-président du comité consultatif des chemins de fer, vice-président de la Commission internationale du Congrès.

Grande-Bretagne, empire des Indes et colonies (Great Britain, India and Colonies) :

A. Grande-Bretagne (Great Britain). — The Earl Cathcart.

B. Empire des Indes et colonies (India and Colonies). — **Indes (India).** — Col. R. A. Sargeaunt, R. E., Assoc. M. Inst. C. E., F. J. Inst., director-general of Indian Railways.

Canada. — Sir Charles Tupper, Bart., G. C. M. G., C. B., High Commissioner for Canada in London.

Natal. — Walter Peace, C. M. G., agent general for Natal in London.

Australie de l'Ouest (Western Australia). — Sir Malcolm Fraser, K. C. M. G, agent-general for Western Australia in London.

Australie du Sud (South Australia). — The Hon. Thomas Playford, agent general for South Australia in London.

Nouvelle-Galles du Sud (New South Wales). — Edward Miller Gard Eddy, chief commissioner of the New South Wales Government Railways.

Nouvelle-Zélande (New Zealand). — John Carruthers, Consulting Engineer to the Government of New Zealand in London.

Queensland. — Sir James Garrick, agent general for Queensland in London.

Tasmanie (Tasmania). — Sir Robert G. W. Herbert, G. C. B., agent general for Tasmania in London.

Italie (Italy). — Le comte Louis Ripa di Meana, inspecteur général des chemins de fer.

Japon (Japan). — Hikokichi Ijuin, secrétaire de légation du Japon à Londres.

Mexique (Mexico). — Luis Salazar, ingénieur.

Norvège (Norway). — C. Pihl, directeur pour le département de construction aux chemins de fer de l'État norvégien.

Pays-Bas (Holland). — J. J. van Kerkwijk, membre de la seconde Chambre des États-Généraux des Pays-Bas, membre de la Commission internationale du Congrès.

Portugal. — Bento Fortunato de Moura Continho d'Almeida d'Eça, ingénieur inspecteur de 1re classe et membre du conseil des travaux publics et des mines.

Roumanie (Roumania). — Duca, directeur général des chemins de fer de l'État roumain, professeur à l'École des ponts et chaussées de Bucharest, membre de la Commission internationale du Congrès et rapporteur.

Russie (Russia). — Alexandre Yermolow, conseiller privé, directeur de la chancellerie du ministre des voies de communication.

Serbie (Servia). — MILIVOIE YOSSIMOVITCH, inspecteur général des chemins de fer de l'État serbe.

Siam. — XAVIER OLIN, ancien ministre des travaux publics de Belgique.

Suède (Sweden). — Le comte RODOLPHE CRONSTEDT, directeur général des chemins de fer de l'État.

Suisse (Switzerland). — JOHANN TSCHIEMER, inspecteur technique au département des postes et des chemins de fer.

Turquie (Turkey). — Le commandant GHALIB Bey, attaché naval de la légation de Turquie à Londres.

Secrétaire général (General Secretary) :

Sir HENRY OAKLEY, general manager of the Great Northern Railway and secretary of the Railway Companies' Association.

Bureaux des sections. (Officials of the Sections.)

SECTION I.

Président. — RICHARD JEITTELES, conseiller I. et R. aulique, directeur général du chemin de fer du Nord Empereur Ferdinand d'Autriche, membre de la Commission internationale du Congrès.

Secrétaires principaux. — DEBRAY, ingénieur en chef des ponts et chaussées de France, professeur à l'École nationale des ponts et chaussées, secrétaire général de la commission de méthodes d'essai des matériaux de construction.

E. ANDREWS, Resident Engineer, London and South Western Railway.

Secrétaires-rapporteurs. — DEMOULIN, inspecteur du matériel et de la traction des chemins de fer de l'Ouest français.

LESLIE ROBINSON, Assiociate Member of the Institution of Civil Engineers.

SECTION II.

Président. — KOSSUTH, ingénieur, directeur de l'exploitation du deuxième compartiment des chemins de fer de la Méditerranée (Italie).

Secrétaires principaux. — SAUVAGE, ingénieur en chef des mines, ingénieur en chef adjoint du matériel et de la traction des chemins de fer de l'Ouest français.

Lieut. E. P. C. GIROUARD, Royal Engineers.

Secrétaires-rapporteurs. — DE FRÉMINVILLE, inspecteur du matériel roulant au chemin de fer de Paris à Orléans.

E R. DOLBY, Associate Member of the Institution of Civil Engineers, Member of the Institution of Mechanical Engineers, Whitworth Scholar.

WILDHAGEN, inspecteur principal de la Compagnie internationale des wagons-lits et des grands express européens.

SECTION III.

Président. — S. KERBEDZ, ingénieur, président du chemin de fer Vladicaucase.

Secrétaires principaux. — FRANÇOIS SOHÜLE, ingénieur du contrôle au département fédéral des chemins de fer suisses.

VICTOR GÉRARD, Continental Traffic Manager, London, Brighton and South Coast Railway.

Secrétaires-rapporteurs. — FAVRE, chef de la gare maritime de Calais du chemin de fer du Nord français.

VISINET, agent de la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest français en Angleterre.

NIESSEN, agent of the London, Chatham and Dover Railway in Cologne.

Captain CHURCHWARD, agent of the London, Chatham and Dover Railway in Paris.

SECTION IV.

Président. — LÉON SAY, membre de l'Institut, vice-président des chemins de fer du Nord français.

Secrétaires principaux. — Cornel TOLNAY, inspecteur principal à l'inspection générale des chemins de fer et de la navigation au ministère du commerce de Hongrie.

C. J. OWENS, chief goods manager, London and South-Western Railway, Royaume-Uni.

Secrétaires-rapporteurs. — GUILLOUX, sous-inspecteur des services administratifs du chemin de fer du Nord français.

H. H. SPILLER, general Continental agent of the Midland Railway.

SECTION V.

Président. — The Right Hon. Sir ARTHUR OTWAY, Bart., director of the London, Brighton and South Coast Railway.

Vice-président. — GUSTAV BEHRENS, director of the Midland Railway.

Secrétaires principaux. — Le baron ALBERT DE FIERLANT, ingénieur, chef de service de l'exploitation à la Société générale de chemins de fer économiques belges.

Hon. T. C. FARRER, director of the Midland-Uruguay Railway.

Secrétaires-rapporteurs. — Le Dr. HARRY L. HIRSCHL, secrétaire du président de la Société autrichienne-hongroise des chemins de fer de l'État.

Captain GYE, R. N., agent of the South-Eastern Railway in Paris.

LISTE GÉNÉRALE DES DÉLÉGUÉS

GENERAL LIST OF DELEGATES

INTRODUCTION.

Dans la liste des délégués que l'on trouvera ci-après, nous avons évité le plus possible les traductions pour ne pas grossir cet opuscule. Nous croyons donc utile de donner ici quelques mots d'explication qui aideront les délégués à traduire eux-mêmes les titres qui figurent à côté des noms.

Titres des fonctionnaires des chemins de fer anglais et américains.

Angleterre. — Les administrateurs (*directors*) ayant à leur tête un président (*chairman*) et un ou deux vice-présidents (*deputy chairmen*) forment le Conseil (*Board*). Le principal fonctionnaire est le directeur général (*general manager*) qui, outre la responsabilité dont il est chargé en ce qui concerne la direction de la ligne, les relations avec le gouvernement et d'autres compagnies, et toutes les autres négociations importantes, est spécialement à la tête du département du trafic (*traffic department*) qui réunit l'exploitation et le service commercial.

Directement sous ses ordres il y a : 1° le directeur en chef des marchandises ou chef du service commercial (*chief goods manager*) avec ses aides, le directeur en chef adjoint des marchandises (*assistant goods manager*), le directeur des charbons, etc. (*mineral manager*), le directeur du service extérieur des marchandises (*out-door goods manager*) et les chefs de service régionaux des marchandises (*district goods mana-*

In order to save space we have avoided, as much as possible, giving translations of their titles in the following list of delegates. We have, however, thought it advisable to add a few words of explanation below which will enable delegates to translate the official titles for themselves.

Official Titles on English and American Railways.

England. — The *directors*, with at their head a *chairman* and one or two *deputy chairmen*, constitute the *Board*. The principal officer is the *general manager*, who in addition to a general responsibility for the management of the line as a whole, for negociations with the Government and other Companies, and all other important matters of policy, is more particularly at the head of the *traffic department*.

Directly under him are (1) the *chief goods manager*, with his *assistant goods manager*, *mineral manager*, *out door goods manager* and *district goods manager*; and (2) the *superintendent of the line*, called also *general superintendent* and *traffic superintendent* and very frequently *superintendent* merely, with his *assistant superintendent*, *out-door superintendent*, and *district superintendents*.

gers), et 2° le surintendant de la ligne ou chef du mouvement (*superintendent of the line, general superintendent* ou *traffic superintendent*, et très fréquemment *superintendent*) avec son adjoint (*assistant superintendent*) son surintendant du service extérieur (*out-door superintendent*), et ses chefs de service régionaux (*district superintendents*).

A la tête du service de la voie (*engineering* ou *permanent way* ou *way and works department*) se trouve l'ingénieur en chef du service de la voie et des bâtiments (*engineer* ou *chief engineer* ou *civil engineer*) Il a généralement sous ses ordres un ingénieur en chef de l'entretien (*chief engineer of open lines*), un ou deux adjoints (*assistant engineers*) et un personnel d'ingénieurs régionaux ou divisionnaires (*divisional* ou *district engineers*).

Outre les ingénieurs faisant partie de leur personnel, plusieurs compagnies ont un ingénieur-conseil (*consulting-engineer*), ou une firme d'ingénieurs-conseils à laquelle elles s'adressent pour les affaires difficiles ou bien pour les aider à rédiger les demandes adressées au Parlement pour obtenir la concession de nouvelles lignes à construire.

A la tête du service de la traction et du matériel est le chef de la traction (*locomotive superintendent*) ou ingénieur en chef des constructions mécaniques (*chief mechanical engineer*). Il a sous ses ordres un ou plusieurs adjoints (*assistant locomotive superintendents*), un chef du service des ateliers (*works manager*) et deux ou plusieurs chefs de service régionaux (*divisional locomotive superintendents*). L'inspecteur en chef du matériel roulant (*carriage and wagon superintendent*) est parfois subordonné au chef de la traction et parfois il en est indépendant.

Les autres fonctionnaires supérieurs (*chief officers*) de la Compagnie, souvent appelés fonctionnaires du Conseil (*Board officers*) parce qu'ils dépendent directement du Conseil, sont les chefs de service suivants : le secrétaire (*secretary*) (qui est le représentant officiel de la Compagnie auprès des tribunaux et qui est l'instrument confidentiel du Conseil), l'avoué (*solicitor*), l'agent du domaine privé (*land and estate agent*), le chef comptable (*accountant*), le chef du service des magasins (*store keeper* ou *stores superintendent*), et parfois un chef du service des titres (*registrar*), un

At the head of the *engineering department*, also called *permanent way department* or *way and works department*, is the *engineer*, also called *chief engineer* and *civil engineer*. He generally has under him a *chief engineer of open lines*, one or more *assistant engineers*, and a staff of *divisional* or *district engineers*.

In addition to the *engineers* on their own staff, many Companies have a *consulting engineer* or sometimes a firm of engineers as *consultants*, who are called in to advise in difficult matters and to support applications to Parliament for power to construct new lines.

At the head of the *locomotive* or *rolling stock department* is the *locomotive superintendent*, sometimes called the *chief mechanical engineer*. He has under him one or more *assistant locomotive superintendents* and a *works manager*, and two or more *divisional locomotive superintendents*. The *carriage* and *wagon superintendent* is sometimes subordinate to the locomotive superintendent, sometimes an independent officer.

The other *chief officers* of the Company, frequently called *Board officers*, because they report directly to the *Board*, are the following *heads of departments* : *Secretary* (the official representative of the Company in lawsuits and in dealings with the Government and the confidential servant of the Board), *solicitor*, *land and estate agent*, *accountant*, *store keeper* or *stores superintendent*, and sometimes *registrar*, *cashier*, and *treasurer*.

caissier (*cashier*) et un trésorier (*treasurer*).

Les fonctionnaires suivants ont aussi des fonctions comportant une certaine indépendance, bien que leurs services soient souvent subordonnés à l'un ou à l'autre des services principaux : le chef du service des télégraphes (*telegraph superintendent*), le chef des services maritimes (*marine superintendent*), l'inspecteur en chef du service des signaux (*signal superintendent*), le directeur des hôtels et des buffets (*hotel and refreshment room manager*).

États-Unis. — Le président du conseil d'administration aux États-Unis est généralement appelé *president* (et non *chairman* comme en Angleterre). Parfois, cependant, il y a un *chairman* qui préside les séances du conseil, tandis qu'il existe aussi un *president* de la compagnie. Le président a sous ses ordres un ou plusieurs *vice-presidents*, qui sont ou ne sont pas membres du conseil. Chacun des vice-présidents est placé à la tête d'une ou de plusieurs branches du service. Le président et les vice-présidents sont donc les principaux fonctionnaires d'un chemin de fer américain et ils en représentent le pouvoir exécutif. Les principaux services placés sous leurs ordres sont :

Le secrétariat — dirigé par un secrétaire (*secretary*) — a la garde des archives à l'exclusion des pièces de comptabilité ; il est chargé également de l'émission, du transfert, etc., des actions de la compagnie.

La trésorerie — dirigée par un trésorier (*treasurer*) — a la responsabilité de la caisse et du portefeuille, opère les recettes de toute nature et fait les payements d'après les ordres de tels ou tels fonctionnaires ou comités, conformément aux règlements.

Le service de la comptabilité — dirigé par un chef de la comptabilité (*comptroller* ou *general auditor*) — est chargé de la tenue de tous les registres et des comptes de la compagnie.

Le chef de ce service est généralement assisté par des comptables spéciaux des recettes des marchandises, des recettes des voyageurs, des dépenses, etc. (*auditors of freight receipts, passenger receipts, disbursements, etc.*). Il est d'habitude sous les ordres directs du président ou d'un vice président, mais c'est quelquefois l'un des vice-présidents lui-même et dans ce cas il

The following officers have also independent titles, though their departments are usually subordinate to one of the other principal departments : *Telegraph superintendent, marine superintendent, signal superintendent, hotel and refreshment room manager.*

United States. — The chairman of the Board of directors in the United States is generally called *president*. In some cases, however, these two functions are separate. The president is assisted by one or more *vice-presidents* who may or may not be members of the Board. They each exercise general supervision over one or more Departments specially assigned to them. The president and vice-presidents are therefore the principal executive officers of an American railway. The chief departments under them are as follows :

The secretariat — with a *secretary* at its head — has charge of the records of the Company as distinguished from the accounts and is charged also with the issue, transfer, etc., of the Company's shares.

The treasury — with a *treasurer* at its head — is charged with the custody of the Company's money and securities, receives the cash from every source and distributes it under the direction of such officials or committees as the regulations of the Company provide.

The accounting department — in charge of a *comptroller* or *general auditor* — has charge of all the books and accounts of the Company.

He is usually assisted by *auditors* of special departments such as *freight receipts, passenger receipts, disbursements*, etc. He ordinarily reports to the president or to a vice-president, but in some cases is himself a vice-president and reports directly to the Board of directors.

dépend directement du conseil d'administration.

Ce qu'on appelle le SERVICE DU TRAFIC des chemins de fer américains ne comprend le plus souvent que l'exploitation commerciale. Il est dirigé par un chef du service commercial (*traffic manager*), ayant sous ses ordres un inspecteur principal (ou agent général) du service des marchandises (*general freight agent*) et un inspecteur principal (ou agent général) du service des voyageurs (*general passenger agent*) avec leurs adjoints (*assistants*) et leurs chefs de service divisionnaires (*divisional freight and passenger agents*). Dans quelques cas, c'est un vice-président qui est directement à la tête du service du trafic et parfois il cumule cette direction avec celle de l'administration générale de la compagnie.

LE SERVICE DE L'EXPLOITATION ou de la DIRECTION GÉNÉRALE (*Operating* ou *general management department*) comprend l'exploitation technique et est dirigé par un *directeur général* (*general manager*), qui est souvent aussi l'un des vice-présidents. Il a la direction générale des transports, du mouvement et de l'entretien de la voie, y compris les constructions nouvelles. Il a sous ses ordres un directeur général adjoint (*assistant general manager*), des chefs d'exploitation (*general superintendents*), un ingénieur en chef de la voie (*chief engineer*), un chef de service des télégraphes (*superintendent of telegraphs*), un ingénieur en chef de la traction (*superintendent of motive power*), un chef de service des ateliers (*superintendent of machinery*), etc. Les directeurs d'exploitation sont généralement chargés seulement du mouvement et de l'entretien de la voie d'une des grandes divisions du réseau et ils ont sous leurs ordres des chefs de service de l'exploitation divisionnaires ou régionaux (*division superintendents*), des chefs de section (*road masters*) ou des ingénieurs de l'entretien de la voie (*engineers of maintenance of way*), des chefs de dépôts (*master mechanics*), des chefs du mouvement ou agents chargés de l'expédition des trains (*train despatchers*), etc.

Les chefs du service commercial régionaux ou divisionnaires sont sous les ordres directs du chef du service commercial ou bien des chefs des services des marchandises et des voyageurs, et non des chefs de l'exploitation des grandes divisions.

THE TRAFFIC DEPARTMENT of American railways is usually concerned only with the commercial service. Its chief officers are *traffic manager* assisted by a *general freight agent* and a *general passenger agent* with their *assistants* and *divisional freight* and *passenger agents*. In some cases a vice-president is at the head of the traffic department and often combines that duty with that of direction of the operations or general management of the company as well.

THE OPERATING OR GENERAL MANAGEMENT DEPARTMENT is ordinarily under the charge of the *general manager*, who is in very many cases also a vice-president of the company. He has general supervision of the transportation, traffic and maintenance including construction. He is generally assisted by an *assistant general manager*, *general superintendents*, *chief engineer*, *superintendent of telegraphs*, *superintendents of motive power and machinery*, etc. The general superintendents are usually in charge of grand divisions of the line with respect to transportation and maintenance only, being assisted by *division superintendents*, *road masters*, or *engineers of maintenance of way*, *master mechanics*, *train despatchers*, etc.

Division traffic officials usually report direct to the head of the traffic department or to the heads of the freight and passenger departments and not to the divisional general superintendent or superintendents.

Titres et qualités des fonctionnaires des chemins de fer du continent.

Compagnies privées. — Comme en Angleterre comme aux États-Unis, le *conseil d'administration* est investi des pouvoirs les plus étendus pour l'administration de la Société, mais il délègue en général ces pouvoirs à un *comité exécutif* permanent de cinq à sept membres, qui font à tour de rôle un service hebdomadaire pour la vérification de la caisse centrale et des titres. Ce comité délègue à son tour ses pouvoirs au *directeur* ou *directeur général de la Compagnie* qui est l'autorité chargée d'exécuter les décisions du conseil ou les ordres du gouvernement.

Le gouvernement a, en général, une action de contrôle sur toutes les affaires des compagnies, mais l'étendue de cette autorité varie de pays à pays.

En France, le contrôle du gouvernement est exercé par un directeur du contrôle des chemins de fer au ministère des travaux publics, qui est indépendant de l'administration des chemins de fer de l'État. L'organisation de l'administration des chemins de fer de l'État est exactement semblable à celle des grandes compagnies, et elle est soumise à la même surveillance que celles-ci. La surveillance de chaque grand réseau forme elle-même un service de surveillance à la tête de laquelle se trouve *un inspecteur général des mines* ou *des ponts et chaussées* assisté de *quatre ingénieurs en chef* et d'*un inspecteur principal du contrôle de l'exploitation commerciale*, ainsi que d'*ingénieurs*, de *contrôleurs*, de *commissaires de surveillance*, etc., de chaque ligne.

En Russie, le directeur de chaque Compagnie (appelé aussi directeur de l'exploitation) est nommé par le gouvernement sur une liste de candidats présentés par le conseil et il est responsable, vis-à-vis du *ministre des voies de communication*, de l'état général de la voie, des ouvrages d'art, du matériel, etc.

Titles and Functions of Railway Officials on the Continent.

Private lines. — The Board (*Conseil d'administration*), as in England and in the United States, has full control of the management of the Company, but as a rule it delegates its power to a permanent Executive Committee (*Comité exécutif*) of from five to seven members, one of whom attends daily at the office according to a rota to examine the cash accounts and share registers. The Committee in its turn delegates its power to the manager (*directeur de la Compagnie*) or general manager (*directeur général de la Compagnie*) who is the executive officer charged with carrying out the decisions of the Board or the orders of the Government.

The Government has, as a rule, supreme control over the Company's affairs, but the extent of its authority varies from one country to another.

In France the Government control over all the Railways is exercised by a Railway Comptroller in the Ministry of Public Works (*directeur du contrôle des chemins de fer au Ministère des Travaux publics*) who is independent of the State Railways administration. The organisation of the State Railways is exactly the same as that of the great Companies, and it is subjected to the same control by the Ministry of Public Works as they are. The inspectorate (*surveillance*) of each great Company forms in itself an Inspecting Department, at the head of which there is an engineer having the rank of inspector general of the Mines or of the Roads and Bridges Department. He has as assistants four chief engineers (*ingénieurs en chef*), a principal inspector of commercial working (*inspecteur principal du contrôle de l'exploitation commerciale*), and a staff of engineers (*ingénieurs*), examiners (*contrôleurs*) and commissaries (*commissaires de surveillance*).

In Russia the manager of every Company (also called traffic manager) (*directeur de l'exploitation*) is nominated by the Government out of a list presented by the Board, and he is responsible to the Minister of communications (*voies de communication*), for the maintenance of the permanent way, works, rolling stock, etc.

En Autriche et en Italie, l'inspection générale des chemins de fer est divisée en cinq sections (constructions, mouvement et traction, exploitation commerciale, garanties et comptabilité et administration générale).

Chacune d'elles est dirigée par *un inspecteur général* assisté d'*inspecteurs en chef ou principaux* (ober inspectors), d'*inspecteurs* et de *commissaires*.

En Suisse, le contrôle relève d'une section spéciale du ministère des chemins de fer partagée en deux divisions, l'une administrative, l'autre technique. A la tête de chacune de celles-ci se trouve un *inspecteur* aidé d'*ingénieurs du contrôle*, etc.

En Belgique, le contrôle se fait peu sentir. Il est exercé par l'administration des chemins de fer de l'État qui est aussi chargée de l'octroi des concessions nouvelles et de la construction des nouvelles lignes.

En Hollande, où tous les chemins de fer sont exploités par des Compagnies, le contrôle est plus sévère.

Mais revenons à l'organisation des compagnies. Celle-ci souffre quelques exceptions et au chemin de fer Hollandais, par exemple, c'est un membre du conseil nommé *administrateur délégué* qui est le directeur de la Compagnie, tandis qu'un autre membre s'occupe du secrétariat et un autre du service de la trésorerie.

En Suisse, au lieu du directeur, il y a une *direction*, ou un *comité de direction*, composée d'un *président* et de plusieurs *membres* de la direction choisis obligatoirement ou non parmi les membres du Conseil et ayant chacun à conduire un département de l'administration centrale.

En Russie, certains conseils d'administration ont tous leur dépendance directe certains services, par exemple, le service commercial, le contrôle, l'économat, le contentieux.

Presque partout, les directions ou les directeurs disposent généralement d'une administration centrale très complète dont les principales subdivisions sont :

Administration centrale;

Exploitation;

In Austria and in Italy, the Railway inspectorate is divided into 5 sections (building, train movement, commercial service, guarantees and audit, general management).

Each of these is in charge of an inspector general (*inspecteur général*), who has under him chief inspectors (*inspecteurs en chef ou principaux*), inspectors and commissaries.

In Switzerland, the control is entrusted to a special section of the Railway Ministry, which has two departments, one administrative and the other technical. At the head of each department is an inspector (*inspecteur*), assisted by controlling engineers (*ingénieurs du contrôle*), etc.

In Belgium there is but little control over private lines and it is exercised by the State Railways Administration, which is responsible for granting charters for new lines and for their construction.

In Holland where all the railways belong to Companies the State control is more severe.

But to return to the organisation of the Companies there are some exceptions to the rules given above. On the Dutch Railways, for instance, a member of the Board is appointed managing director (*administrateur délégué*); he takes the place of general manager, while another member of the Board takes charge of the secretary's department, and another of the treasury.

In Switzerland, instead of a manager (*directeur*) there is a managing Committee, which consists of a president and several members of the Board, who in some Companies must be and in others need not be members of the Board, each having charge of a department of the Central Administration.

In Russia the « Boards » of some Companies have directly under them certain departments, for instance, the traffic, the audit, stores, solicitors' department.

Almost everywhere the directorates (*directions*) or the general managers (*Directeurs*) as the case may be, have under them a very complete central organisation. Its principal departments are :

Central Administration (*Administration centrale*).

Traffic (*exploitation*).

Traction et matériel;

Surveillance (de la voie) et *travaux* (ou *constructions nouvelles*).

Chacune de ces divisions, appelées en France des services centraux, a un chef qui a le titre d'*ingénieur en chef* (*chef d'exploitation, de la traction*, etc.), sauf l'administration centrale qui est dirigée par un *secrétaire général* et qui comprend, en outre, un *chef du contentieux*, un *inspecteur général de la comptabilité*, un *caissier en chef*, etc. Ces derniers fonctionnaires dépendent parfois directement du comité de direction ou exécutif.

Parfois les services centraux sont beaucoup plus nombreux. La Kaiser Ferdinands Nordbahn (Autriche) a en plus le *bureau central*, le *service commercial*, le *service financier*, le *service du matériel*, le *service des mines*, le *service des secours* le *contrôle des recettes et des dépenses* et le *bureau de la statistique*.

Les *services exécutifs* à l'extérieur, appelés en France *services régionaux*, sont presque toujours indépendants les uns des autres. Cependant, cette règle n'est pas tout à fait générale et aux chemins de fer Nord-Ouest autrichiens et Jonction Sud-Nord allemande, le mouvement, l'entretien et la traction forment des *inspections* sous les ordres d'un seul chef.

Au chemin de fer de la Méditerranée (Italie), le réseau est divisé, en ce qui concerne principalement le mouvement et la traction, en deux *compartiments d'exploitation* analogues aux grandes divisions des chemins de fer des États-Unis. Le directeur général, résidant à Milan, a sous ses ordres directs outre l'*administration centrale*, une *agence commerciale*, une *division technique de l'exploitation* et une *délégation auprès du gouvernement* (à Rome). Les grands services centraux tels que celui de *l'entretien de la voie* et même de la *comptabilité* sont considérés dans ces conditions comme des services

Locomotive and rolling stock (*traction et matériel*).

Way and works or new works (*surveillance de la voie et travaux ou constructions nouvelles*).

Each of these departments, which in France are called « central service » has at its head an official with the title of « engineer in chief » (*ingénieur en chef*), traffic manager (*chef de l'exploitation*), locomotive superintendent (*chef de la traction*), etc., except the central administration, which is in charge of a general secretary (*secrétaire général*), and includes further a head of the law department (*chef du contentieux*) and a chief accountant (*inspecteur général de la comptabilité*), chief cashier (*caissier en chef*), etc. These latter officials are sometimes immediately under the executive Committee.

Sometimes the central departments are much more numerous. The Kaiser Ferdinands Nordbahn (Austria) has, in addition to those mentioned above, a central office, commercial branch (*service commercial*), financial branch (*service financier*), rolling stock department (*service du matériel*), mines department (*service des mines*), sick and accident fund (*service des secours*), audit of receipts and expenditure (*contrôle des recettes et des dépenses*), and statistical office (*bureau de la statistique*).

The outdoor executive services (*services exécutifs*) called in France district services (*services régionaux*) are almost always independent of one another. However, this rule is not universal, and on the North Western of Austria and the German South North Junction, the train movement, maintenance of way and works and the locomotive departments, are united to form inspectorates (*inspections*) each under a single head.

The system of the Mediterranean of Italy is divided, especially so far as train movement and the locomotive departments are concerned, into two traffic divisions (*compartiments d'exploitation*), similar to the grand divisions of the United States. The general manager, who has his headquarters at Milan, has under his immediate control, besides the central administration, a commercial agency, a technical traffic working department, and special representatives to deal with the government (at Rome). The main central departments, such as those of the permanent way, and even the accountants, are accor-

extérieurs, mais ils ont néanmoins eux-mêmes leurs chefs de service exécutifs aussi bien dans le premier compartiment que dans le second.

Quant aux titres des fonctionnaires de deuxième et de troisième rang, il est presque impossible de les expliquer ou d'en donner des équivalents anglais.

Au chemin de fer Grand Central Belge, le titre d'ingénieur chef de service est un grade qui ne comporte nullement la direction d'un service et qui équivaut à ce que, sur d'autres réseaux, on appelle ingénieur principal ou ingénieur en chef. Un inspecteur a, en France, le même rang qu'un chef de bureau et à l'État belge ou dans certains chemins de fer allemands, celui d'un chef de division.

Enfin, à l'Est français, les sous-directeurs de la traction s'appellent *ingénieurs en chef adjoints de la traction*, tandis qu'à l'État belge ils s'appellent *ingénieurs en chef inspecteurs de direction* de la traction.

Chemins de fer de l'État. — Les chemins de fer de l'État ont sur le continent une importance toujours grandissante. En Allemagne, sur 44,000 kilomètres, 28,000 sont exploités par l'État; en Autriche-Hongrie, sur 28,000 kilomètres, 16,000; en Belgique, sur 5,400 kilomètres, 3,200; en Danemark, sur 2,000 kilomètres, 1,700; en Russie, sur 31,600 kilomètres, 23,200; en Suède, sur 8,500 kilomètres, 3,100.

En France, comme nous l'avons déjà dit, le réseau d'État est exactement organisé sur le modèle d'une compagnie privée. Il possède donc un conseil d'administration qui est l'intermédiaire entre le directeur et le ministre des travaux publics, et qui a, à peu près, les mêmes pouvoirs que le conseil d'une grande compagnie. Un conseil analogue existe en Roumanie, mais le réseau d'État n'y est pas soumis au contrôle supplémentaire d'une administration distincte; en outre, le conseil communique avec le ministre par l'in-

dingly considered as district or divisional services (*services extérieurs*), but for all that they have at their head officials ranking as principal officers in both divisions of the system (*compartiments*).

As for the titles of the officers of the 2nd and 3rd class, it is almost impossible to explain them or to give their English equivalent.

On the Grand Central Belge the title engineer chief of department (*ingénieur chef de service*) in no way implies that the holder is at the head of a department, and is equivalent to what on other systems is called chief engineer (*ingénieur en chef ou principal*). Generally speaking, an inspector (*inspecteur*) ranks with a chief clerk (*chef de bureau*); while on the Belgian State Railway, and on certain German lines, he has a higher degree in order or dignity and ranks as a *chef de division*.

Finally on the Eastern of France the assistant locomotive superintendents are entitled *ingénieurs en chef adjoints de la traction*, while on the Belgian State Railway they are called *ingénieurs en chef inspecteurs de direction, de la traction*.

State Railways. — The State Railways on the Continent are constantly increasing in importance. In Germany out of 27,280 miles (44,000 kilometres) 17,360 miles (28,000 kilometres) are worked by the State; in Austro-Hungary out of 17,360 miles (28,000 kilometres) 9,920 miles (16,000 kilometres); in Belgium out of 3,349 miles (5,400 kilometres) 1,984 miles (3,200 kilometres); in Denmark out of 1,240 miles (2,000 kilometres), 1,055 miles (1,700 kilometres); in Russia out of 19,593 miles (31,600 kilometres) 14,384 miles (23,200 kilometres); in Sweden out of 5,271 miles (8,500 kilometres) 1,922 miles (3,100 kilometres).

In France, as has already been said, the State system is organised exactly on the same model as a private company. Accordingly it has a Board *Conseil d'administration*) interposed between the general manager and the Minister of Works, and which has, broadly speaking, the same powers as the Board of one of the great companies. A similar Board exists in Roumania, but the State Railway system is not there, as in France, subjected to the additional supervision by a separate organisation. Further, the Board

termédiaire du directeur général et celui-ci peut en appeler au chef du département ministériel s'il y a divergence de vues.

A l'État belge, il n'y a pas de directeur général; en réalité, il y en a cinq qui ont le titre d'administrateurs et qui dirigent chacun spécialement un des services de l'administration centrale. Les directeurs de ces derniers services ont le titre de *directeur d'administration* ou d'ingénieur en chef directeur d'administration, s'ils sont ingénieurs.

En Hongrie, il y a cinq directions et le chef de la première (questions générales et exploitation) a le titre de directeur-président; mais, en dehors de l'administration des chemins de fer de l'État, il y a encore auprès du ministère du commerce, une section des chemins de fer dont l'une des subdivisions est l'inspection générale et la section des affaires commerciales s'occupe aussi des tarifs de transport.

D'autres chemins de fer de l'État en Danemark, en Suède, en Norvège, en Serbie, en Finlande, etc., ont un directeur général avec des pouvoirs étendus; mais nous avons encore à signaler d'une manière particulière les chemins de fer de l'État autrichien qui ont adopté en partie le principe de l'ancienne organisation allemande (récemment refondue d'une manière complète), avec cette différence que les grandes divisions du réseau en *directions d'exploitation* sont réunies sous les ordres d'*un président, chef de la direction générale*, ayant auprès de lui une administration centrale assez fortement constituée et composée de sept divisions dirigées par des *directeurs*. Les mêmes divisions se reproduisent à peu près dans chaque direction d'exploitation. Pour le service exécutif extérieur, il y a des *sections d'entretien* (de la voie), des *ateliers*, des *dépôts de machines* et des *offices d'exploitation*. Ceux ci n'ont pas et n'ont jamais eu une importance analogue à celle des institutions du même nom des chemins de fer prussiens qui étaient devenues de petites directions. Au contraire, ils sont situés dans les grandes stations et ce sont les chefs de ces stations qui les dirigent.

L'organisation des chemins de fer de l'État russe a quelque analogie avec celle de l'Autriche.

communicates with the Minister through the general manager, and this latter official may appeal to the Ministry if he differs from his Board.

On the Belgian State there is no general manager. In fact, there are five general managers who have the title of directors (*Administrateurs*), and each of whom has special charge of one of the departments of the Central Administration. The managers of these separate departments have the title of *Directeur d'administration*, or where they are engineers, the title of *Ingénieur en chef directeur d'administration*.

In Hungary there are five directorates, and the chief of the first of them (general and traffic questions) has the title of *directeur-président* but in addition to the management of the State Railways there is also at the Ministry of Commerce a railway section (one of whose special divisions is a general inspectorate), and besides the commercial section of this Ministry deals with the question of rates.

Other State Railways, in Denmark, Sweden, Norway, Servia, Finland, etc., have a general manager (*directeur général*) with large powers; but it is necessary to call special attention to the Austrian State Railways, which have partly adopted the principle of the original German organisation (which has recently been completely revolutionised) with this difference : that the great divisions of the system or traffic directorates (*directions d'exploitation*) are united under the orders of a president, chief of the general directorate, having at his disposal a very strongly constituted central staff composed of seven divisions, each in charge of a manager (*directeur*). The same divisions are, roughly speaking, reproduced in each traffic directorate. For the district out-door management there are maintenance sections (*sections d'entretien*) workshop sections, engine sheds, and traffic offices. These latter do not possess, and never have possessed, the same importance as the institutions which, till their abolition the other day, bore the same name on the Prussian Railways, and which had become petty directorates. On the contrary, in Austria they are situated at the main stations, and the Station superintendents are their heads.

The organisation of the Russian State Railways is not unlike that of Austria. The local

Les directions locales ont plus d'autonomie, bien qu'il y ait auprès de chacune d'elles un délégué du *contrôle de l'empire* chargé de l'examen des budgets, des recettes et des dépenses, de la surveillance de la gestion financière, etc.

L'administration centrale est formée d'*un conseil d'administration* composé d'un président, de sept délégués du ministère des voies de communication, d'un délégué de chacun des ministères des finances, de l'intérieur et des domaines de l'État, d'un représentant du contrôle de l'empire et de l'inspecteur général des chemins de fer (placé sous les ordres directs du ministre).

La surveillance des compagnies privées est confiée, sous les ordres du ministre des voies de communication, au *département des affaires de chemins de fer*. Le chef de ce département compose avec l'*adjoint* (ou substitut) *du ministre*, le président de la direction des chemins de fer de l'État, le chef du département des affaires de chemins de fer, du ministère des finances et quelques fonctionnaires des différents ministères, le *conseil des affaires de chemins de fer*, qui doit se prononcer sur toutes les grandes questions économiques. Les grandes questions techniques de construction et de travaux sont, en outre, soumises au *conseil des ingénieurs*, qui est un corps permanent et est composé de membres n'ayant pas d'autres fonctions.

Enfin, le ministère des finances, qui a dans ses attributions les questions de tarifs et les grandes questions commerciales, a un *département des affaires de chemins de fer* (au ministère des finances) pour les étudier, ainsi qu'*un conseil des affaires de tarifs*. Il y a en plus un comité des tarifs où les compagnies privées sont représentées et qui est présidé par le *directeur du département des affaires de chemins de fer du ministère des finances*.

manager of each line or system (*directeur local*) is more independent, but there is attached to each of them an official representing the Imperial control (*contrôle de l'Empire*), whose business it is to examine the accounts, receipts and expenditure, and generally to supervise the finance.

The central administration is formed of a Board composed of a president, seven representatives of the Ministry of Communications, one representative of the Ministry of Finance, one of the Ministry of the Interior and State Domains, one representative of the Imperial Control, and of the Inspector General of Railways which latter official reports direct to the Minister.

The supervision of the private Companies is entrusted, under the orders of the Minister of Communications, to the Railway Department; the head of this Department (*directeur*), together with the deputy Minister, the president of the State Railway directorate, the head of the Railway Matters Department from the Ministry of Finance and some other officials of various ministries compose the Railway Matters Council which deals with all important economic railway questions. The great questions of works and buildings are further under the control of an Engineering Council, which is a permanent body composed of members who devote their entire time to it.

Finally, the Finance ministry, which deals with questions of railway rates and important commercial matters, has also a Railway Matters Department, for investigation purposes, as also a Council to approve rates. There is also a tariff Committee, on which the private Companies are represented and which is presided over by the head of the Railway Matters Department from the Ministry of Finance.

N. B. — L'astérisque (•) indique qu'un délégué est déjà membre du Congrès en une autre qualité, laquelle est imprimée entre parenthèses. Tout nom répété n'entre plus en ligne de compte pour le calcul des délégations.

◆ = Inscrit sur la liste de présence.

N. B. — An asterisk (•) means that a delegate is already a member of the Congress in some other capacity, this latter being inserted in brackets. Members so marked are not included in the number allowed to their Company.

◆ = Registered as present.

I. — Membres de droit. (Ex officio delegates.)

A. — COMMISSION INTERNATIONALE PERMANENTE. (INTERNATIONAL PERMANENT COMMISSION.)

Président (President) :

◆A. **Dubois**, administrateur des chemins de fer de l'État belge.

Vice-présidents (Vice-presidents) :

◆Alfred **Picard**, inspecteur général des ponts et chaussées, président de la section des travaux publics, de l'agriculture, du commerce et de l'industrie au conseil d'État de France;

◆Jules **Urban**, directeur général du chemin de fer Grand Central Belge, président de la Société générale belge de chemins de fer économiques.

Anciens présidents de session, membres permanents (Past Presidents of sessions, permanent members):

François **Brioschi**, sénateur du royaume d'Italie (session de 1887);

◆Alfred **Picard**, précité (session de 1889);

Nicolas de **Petroff**, lieutenant général du génie, adjoint du ministre des voies de communication de Russie (session de 1892).

Membres (Members) :

◆Fredrik **Almgren**, administrateur des chemins de fer de l'État suédois;

◆**Barabant**, directeur des chemins de fer de l'Est français;

Borgnini, ingénieur, directeur général des chemins de fer de l'Adriatique;

◆C. de **Burlet**, directeur général de la Société nationale belge des chemins de fer vicinaux;

◆Amb. **Campiglio**, ingénieur, président de l'Union des chemins de fer italiens d'intérêt local, administrateur du chemin de fer du Nord de Milan;

Colson, ingénieur en chef des ponts et chaussées, maître des requêtes au conseil d'État, directeur des chemins de fer au ministère des travaux publics de France;

De Bruyn, ministre de l'agriculture et des travaux publics de Belgique, membre de la Chambre des représentants;

◆**Dietler**, vice-président de la direction du chemin de fer du Gothard;

◆**Duca**, directeur général des chemins de fer de l'État roumain, professeur à l'École des ponts et chaussées de Bucharest;

◆Tony **Dutreux**, ingénieur civil, administrateur du chemin de fer Guillaume-Luxembourg;

◆Sir Andrew **Fairbairn**, ancien membre du Parlement anglais, administrateur du Great Northern Railway (Angleterre);

◆**Griolet**, vice-président du conseil d'administration des chemins de fer du Nord français

◆**Heurteau**, directeur du chemin de fer d'Orléans;

◆Richard **Jeitteles**, conseiller aulique, directeur général du chemin de fer du Nord autrichien Empereur Ferdinand;
◆Louis **Lampugnani**, chef du trafic et du mouvement du premier compartiment des chemins de fer italiens de la Méditerranée;
◆Max Edler von **Leber**, inspecteur en chef au corps I. R. du Contrôle des chemins de fer de l'Autriche;
◆Jules **Ludvigh**, conseiller ministériel, membre de la Chambre des Magnats, directeur-président des chemins de fer de l'État hongrois;
Mathias **Massa**, ingénieur, directeur général des chemins de fer italiens de la Méditerranée
◆**Noblemaire**, directeur des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée;
◆Louis de **Perl**, conseiller d'État actuel, directeur gérant de l'Union russe pour les relations internationales des chemins de fer;
◆**Philippe**, inspecteur général des lignes Nord-belges;
◆Le baron **Prisse**, directeur gérant honoraire du chemin de fer d'Anvers à Gand;
◆**Ramaeckers**, secrétaire général du ministère des chemins de fer, postes et télégraphes de Belgique;
◆**Schaar**, administrateur des chemins de fer de l'État belge;
◆B. **Soumarokoff**, conseiller d'État actuel, ingénieur, directeur du département des chemins de fer de Russie;
◆The Right Hon. Lord **Stalbridge**, président du conseil d'administration du London and North Western Railway (Angleterre);
◆de la **Tournerie**, inspecteur général des ponts et chaussées;
◆**van Kerkwijk**, membre de la seconde Chambre des États-Généraux des Pays-Bas;
◆**Werchovsky**, ingénieur, conseiller privé, membre du Conseil pour les affaires des chemins de fer de l'empire de Russie.

Secrétaire général (General Secretary) :

◆Auguste **De Laveleye**, ingénieur.

Secrétaire (Secretary) :

◆Louis **Weissenbruch**, ingénieur aux chemins de fer de l'État belge.

Trésorier (Treasurer) :

◆Édouard **Holemans**, chef de division aux chemins de fer de l'État belge.

Comité de direction de la Commission internationale.
(Executive Committee of the International Commission.)

Président : ◆A. **Dubois**. *Membres :* **Brioschi**, **De Bruyn**, ◆Sir Andrew **Fairbairn**, ◆**Griolet**, ◆Auguste **De Laveleye**, ◆**Ramaeckers**. *Secrétaire :* ◆Louis **Weissenbruch**. *Trésorier :* ◆E. **Holemans**.

Services spéciaux du Comité. (Executive Committee Staff.)

RÉDACTION DU *BULLETIN*. (EDITORIAL SUB-COMMITTEE.)

Président : ◆A. **Dubois**. *Membres :* ◆**Ramaeckers**, membre du comité de direction; ◆L. **Weissenbruch**, secrétaire du comité de direction. *Secrétaire de la rédaction* : ◆A. **Huberti**, ingénieur, professeur à l'Université de Bruxelles.

SERVICE STÉNOGRAPHIQUE. (SHORTHAND STAFF.)

Lacomblé, chef du service sténographique à la Chambre et au Sénat de Belgique, *chef du service*; ◆**Dehoul**, ◆**Demarteau**, ◆**Hombrecht**, ◆**Tambour** et ◆**Valley**, *sténographes*.

B — SECTION ANGLAISE DE LA COMMISSION INTERNATIONALE.

(COMMISSION LOCALE D'ORGANISATION POUR LA CINQUIÈME SESSION.)

ENGLISH SECTION OF THE INTERNATIONAL COMMISSION.

(LOCAL ORGANISING COMMITTEE FOR THE FIFTH SESSION.)

Président (President) :

◆Sir ANDREW **Fairbairn***, director Great Northern Railway (membre du Comité de direction du Congrès).

Vice-président (Vice-President) :

◆The Viscount **Emlyn**, deputy chairman Great Western Railway.

Membres (Members) :

◆G. J. **Armytage**, chairman, Lancashire and Yorkshire Railway;
◆GUSTAV **Behrens**, director, Midland Railway;
◆Sir **Courtenay Boyle**, K. C. B., secretary of the Board of Trade;
◆The Marquess of **Breadalbane**, K. G., director, Caledonian Railway;
◆JOHN **Cleghorn**, director, North Eastern Railway;
◆J. C. **Colvill**, chairman, Great Southern and Western Railway of Ireland;
◆Sir MYLES **Fenton**, general manager, South Eastern Railway;
◆J. S. **Forbes**, chairman, London Chatham and Dover Railway;
◆Lord CLAUD J. **Hamilton**, chairman, Great Eastern Railway;
◆FREDERICK **Harrison**, general manager, London and North Western Railway;
◆HENRY **Lambert**, general manager, Great Western Railway;
◆G. W. **Maclure**, M. P., director, Manchester Sheffield and Lincolnshire Railway;
◆Sir HENRY **Oakley**, general manager, Great Northern Railway;
◆The Right Hon. Sir ARTHUR **Otway**, Bart., director, London Brighton and South Coast Railway;
◆WYNDHAM **Portal**, chairman, London and South Western Railway;
◆Sir GEORGE **Russell**, Bart. M. P., director, South Eastern Railway;
◆Sir CHARLES **Scotter**, general manager, London and South Western Railway;
◆JAMES **Thompson**, general manager, Caledonian Railway;
◆W. **Tipping**, director, London and North Western Railway;
◆G. H. **Turner**, general manager, Midland Railway;
◆The Marquess of **Tweeddale**, chairman, North British Railway.

Secrétaire (Secretary) :

◆W. M. **Acworth**.

Secrétaire adjoint (Assistant Secretary) :

◆**H. H. Orr**.

Comité de direction de la section anglaise.

(Executive Committee of the English Section.)

Président : ◆Sir ANDREW **Fairbairn**. *Membres :* ◆The Viscount **Emlyn**, ◆The Right Hon. Sir ARTHUR **Otway**, Bart., ◆G. J. **Armytage**, ◆G. **Behrens**, ◆W. **Tipping**. *Secrétaire :* ◆W. M. **Acworth**. *Secrétaire adjoint :* ◆**H. H. Orr**.

C. — RAPPORTEURS NOMMÉS PAR LA COMMISSION INTERNATIONALE. (REPORTERS APPOINTED BY THE INTERNATIONAL COMMISSION.)

◆J. A. F. **Aspinall**, chief mechanical engineer, Lancashire and Yorkshire Railway;
◆W. **Ast**, conseiller de régence, directeur des voies et travaux du chemin de fer du Nord autrichien Empereur Ferdinand;
◆**Auvert**, ingénieur attaché au service central du matériel des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée;
◆**Belleroche**, ingénieur chef de service au chemin de fer Grand Central Belge;
◆A. von **Boschan**, ingénieur au chemin de fer du Nord autrichien Empereur Ferdinand;
◆**Bricka**, ingénieur en chef de l'exploitation des chemins de fer de l'État français, professeur du cours de chemins de fer à l'École des ponts et chaussées;
◆de **Burlet***, directeur général de la Société nationale belge des chemins de fer vicinaux (membre de la Commission internationale du Congrès);
H. **De Backer**, directeur général de la Société générale de chemins de fer économiques de Belgique.
Georges **De Laveleye**, membre du conseil d'administration du chemin de fer du Congo;
◆**Duca***, directeur général des chemins de fer de l'État roumain, professeur à l'École des ponts et chaussées de Bucharest (membre de la Commission internationale du Congrès);
◆F. **Harrison***, general manager, London and North Western Railway (membre de la section anglaise);
◆V. **Herzenstein**, ingénieur des voies de communication de Russie, vice-président de la Commission pour l'étude de la conservation des bois;
◆**Hodeige**, ingénieur principal aux chemins de fer de l'État belge;
◆**Hubert**, ingénieur en chef, directeur d'administration aux chemins de fer de l'État belge;
◆W. **Hunt**, chief engineer, Lancashire and Yorkshire Railway;
◆**Kowalski**, ingénieur en chef du service central de l'exploitation du chemin de fer de Bône-Guelma et prolongements;
◆Hy. **Lambert***, general manager, Great Western Railway (membre de la section anglaise);
◆Max Edler von **Leber***, inspecteur en chef au corps I. R. du Contrôle des chemins de fer de l'Autriche (membre de la Commission internationale du Congrès);
P. W. **Meik**, M. Inst. C. E.;
◆Lucien **Motte**, ingénieur principal aux chemins de fer de l'État belge;
◆A. C. **Humphreys-Owen**, M. P., chairman of the Montgomeryshire County Council, director Cambrian Railways;
◆A. C. **Park**, carriage superintendent, London and North Western Railway;
◆de **Perl***, conseiller d'État actuel, directeur gérant de l'Union russe pour les relations internationales des chemins de fer (membre de la Commission internationale du Congrès);
◆**Plocq**, ingénieur, chef de l'exploitation de la Société générale des chemins de fer économiques français;
◆J. **Richter**, adjoint du directeur de la ligne de Saint-Pétersbourg à Varsovie des chemins de fer de l'État russe;
◆Joseph **Rocca**, ingénieur, inspecteur de la direction générale des chemins de fer italiens de la Méditerranée;
◆**Sabouret**, ingénieur des ponts et chaussées, ingénieur principal du service central de la voie au chemin de fer de Paris à Orléans;
◆Eug. **Sartiaux**, chef des services électriques des chemins de fer du Nord français;
◆**Sauvage**, ingénieur en chef des mines, ingénieur en chef adjoint du matériel et de la traction des chemins de fer de l'Ouest français;
◆Léon **Scolari**, docteur en droit, chef de division à la direction générale des chemins de fer italiens de la Méditerranée;
◆**Terzi**, directeur du chemin de fer de Suzzara-Ferrara;
◆A. M. **Thompson** signal superintendent, London and North Western Railway;

◆G. H. **Turner***, general manager, Midland Railway (membre de la section anglaise);
◆R. H. **Twelvetrees**, chief goods manager, Great Northern railway;
◆J. L. **Wilkinson**, chief goods manager, Great Western Railway;
◆A. **Zanotta**, ingénieur, chef de section au service de l'entretien, surveillance et travaux des chemins de fer italiens de la Méditerranée.

D. — SECRÉTAIRES-RAPPORTEURS NOMMÉS PAR LA COMMISSION INTERNATIONALE. (SECRETARY-REPORTERS APPOINTED BY THE INTERNATIONAL COMMISSION.)

◆Capt. **Churchward**, agent of the London Chatham and Dover Railway in Paris;
◆**Demoulin**, inspecteur du matériel et de la traction des chemins de fer de l'Ouest français;
◆E. R. **Dolby**, Assoc. M. Inst. C. E., M. I. Mech. E. Wh. Sc.
◆**Favre**, chef de la gare maritime de Calais du chemin de fer du Nord français;
◆DE **Fréminville**, inspecteur du matériel roulant au chemin de fer de Paris à Orléans;
◆VICTOR **Gérard**, continental traffic manager, London, Brighton and South Coast Railway;
◆**Guilloux**, sous-inspecteur des services administratifs du chemin de fer du Nord français;
◆Capt. **Gye**, R. N., agent of the South Eastern Railway in Paris;
◆Le Dr HARRY L. **Hirschl**, secrétaire du président de la Société autrichienne-hongroise des chemins de fer de l'État;
◆**Niessen**, agent of the London, Chatham and Dover Railway at Cologne;
◆LESLIE **Robinson**, Associate Member of Institute of Civil Engineers;
◆**Sire**, agent de la Compagnie du chemin de fer du Nord français à Londres;
◆H. H. **Spiller**, general continental agent, Midland Railway;
◆E. **Uytborck**, agent of the South Eastern Railway in Brussels;
◆**Visinet**, agent de la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest français en Angleterre;
◆**Wildhagen**, inspecteur principal de la Compagnie internationale des wagons-lits et des grands express européens.

II. — Membres délégués par les Gouvernements adhérents et les Administrations de chemins de fer participantes.

(Members appointed by Governments supporting, and by Railway Administrations subscribing to the Congress.)

A. — DÉLÉGUÉS DES GOUVERNEMENTS ADHÉRENTS. (MEMBERS APPOINTED BY GOVERNMENTS SUPPORTING THE CONGRESS.)

Argentine (République) (Argentine Republic).

Ministère de l'intérieur.

Autriche-Hongrie (Austria-Hungary).

Ministère du commerce d'Autriche :

◆S. Exc. le Dr chevalier LÉON VON **Bilinski**, conseiller intime I. et R., chef de section au ministère I. R. du commerce, président de la direction générale I. R. des chemins de fer de l'État autrichien.

Chine (China).

Le Tsung-li-Yamen.

Congo (État indépendant du).

Département des affaires étrangères :

◆Le major ALBERT **Thys**, officier d'ordonnance du Roi des Belges, administrateur directeur général de la Compagnie du chemin de fer du Congo;

GEORGES **De Laveleye***, administrateur de la Compagnie du chemin de fer du Congo (rapporteur);

◆EMILE **Delcommune**, commissaire de la Compagnie du chemin de fer du Congo.

Danemark (Denmark).

Ministère de l'intérieur et des travaux publics :

◆**Tegner**, directeur général des chemins de fer de l'État danois.

Égypte (Egypt).

Administration des chemins de fer, des télégraphes et du port d'Alexandrie :

◆S. EXC. BOGHOS PACHA **Nubar**, administrateur;

◆**Cotterill**, ingénieur, sous-chef du service technique.

Espagne (Spain).

Ministère du Fomento :

◆DON EDUARDO **Echegaray**, ingénieur-chef.

États-Unis d'Amérique (United States of America).

Secrétariat d'État :

◆JAMES R. **Roosevelt**, secretary of the United States Embassy in London.

France.

Ministère des travaux publics :

◆ALFRED **Picard***, inspecteur général des ponts et chaussées, président de la section des travaux publics, de l'agriculture, du commerce et de l'industrie au conseil d'État, vice-président du comité consultatif des chemins de fer (vice-président de la Commission internationale du Congrès);

◆**Linder**, inspecteur général des ponts et chaussées, vice-président du conseil général des mines;

◆**Orsel**, inspecteur général des mines, vice-président du comité de l'exploitation technique des chemins de fer;

Colson*, ingénieur en chef des ponts et chaussées, maître des requêtes au conseil d'État, directeur des chemins de fer au ministère des travaux publics (membre de la Commission internationale du Congrès);

Auzouy, chef du cabinet du ministre des travaux publics;

◆**Teissier**, auditeur au conseil d'État;

◆LÉON **Barthou**;

Massieu, inspecteur général des mines, chargé de la direction du contrôle des chemins de fer de l'Est;

◆**Salva**, inspecteur général des ponts et chaussées, chargé de la direction du contrôle du chemin de fer du Nord;

◆**Holtz**, inspecteur général des ponts et chaussées, chargé de la direction du contrôle des chemins de fer de Paris-Lyon-Méditerranée;

◆**Forestier**, inspecteur général des ponts et chaussées, chargé de la direction du contrôle du chemin de fer algérien;
◆**Lefebvre**, inspecteur général des ponts et chaussées, chargé de la direction du contrôle du chemin de fer d'Orléans;
◆**Le Chatelier**, ingénieur en chef des ponts et chaussées, chargé du service spécial du contrôle des lignes en construction ou en exploitation dans Paris;
◆**Worms de Romilly**, ingénieur en chef des mines, attaché au service du contrôle du réseau de la Méditerranée;
◆**Resal**, ingénieur en chef des ponts et chaussées, adjoint à la direction des chemins de fer au ministère des travaux publics;
◆**Chesneau**, ingénieur des mines, adjoint à la direction des chemins de fer au ministère des travaux publics.

Ministère du commerce, de l'industrie, des postes et des télégraphes :

◆Alfred **Picard***, ci-dessus désigné (voir *Ministère des travaux publics*);
◆**Chandèze**, directeur du commerce extérieur au ministère du commerce et de l'industrie, membre du comité consultatif des chemins de fer;
Delaunay-Belleville, président de la chambre de commerce de Paris, membre du comité consultatif des chemins de fer, directeur général de l'exploitation de l'Exposition universelle de 1900;
◆**Dervillé**, président du tribunal de commerce de la Seine, membre du comité consultatif des chemins de fer, directeur général adjoint de l'exploitation de l'Exposition universelle de 1900;
◆**Chardon**, auditeur de 1re classe au conseil d'État, secrétaire adjoint du comité consultatif des chemins de fer, secrétaire général de l'Exposition universelle de 1900;
◆**Fontaine**, ingénieur des mines, chargé des fonctions de sous-directeur de l'Office du travail;
◆**Romieu**, maître des requêtes au conseil d'État, professeur de législation des chemins de fer à l'École des sciences politiques;
◆André **Pelletan**, ingénieur, commissaire expert pour la vérification des marchandises présentées aux douanes;
◆**Goury du Roslan**, ingénieur des ponts et chaussées, délégué permanent de l'Office du travail;
◆**Pellé**, ingénieur des mines, ingénieur adjoint au chef de l'exploitation des chemins de fer de l'État;
◆**Gottschalk**, ingénieur civil, membre du comité consultatif et du comité de l'exploitation technique des chemins de fer;
◆**Pontzen**, ingénieur civil, membre du comité de l'exploitation technique des chemins de fer;
◆**Lagout**, ingénieur en chef des ponts et chaussées;
◆**Debray**, ingénieur en chef des ponts et chaussées, professeur à l'École nationale des ponts et chaussées, secrétaire général de la Commission des méthodes d'essai des matériaux de construction;
Flachon, chef adjoint du cabinet du Ministre des travaux publics.

Grande-Bretagne, empire des Indes et colonies (Great Britain, India and Colonies.)

A. — Grande-Bretagne (Great Britain).

Ministère du commerce (Board of Trade) :

◆James **Bryce**, president;
◆The Earl **Cathcart**;
◆The Right Honourable Lord **Balfour of Burleigh**;
◆The Right Honourable A. I. **Mundella**, M. P., F. R. S.;
◆Sir **Courtenay Boyle***, K. C. B., permanent secretary to the Board of Trade (membre de la section anglaise);
Francis J. S. **Hopwood**, C. M. G., assistant secretary, Board of Trade;

◆Sir Montagu **Ommanney**, K. C. M. G., Crown Agent for the Colonies;
◆Major-General C. S. **Hutchinson**, R. E., C. B.;
◆W. H. **Preece**, C. B., F. R. S., engineer in chief and electrician to the general post office;
◆Major F. A. **Marindin**, R. E., C. M. G., Board of Trade, inspecting officer of railways;
◆Lieutenant Colonel H. A. **Yorke**, R. E,. Board of Trade, inspecting officer of railways;
◆Major G. W. **Addison**, R. E., Board of Trade, inspecting officer of railways;
◆Major P. **Cardew**, R. E.;
◆Major C. M. G. **Bate**, R. E.;
◆Lieutenant E. P. C. **Girouard**, R. E.;
◆Lieutenant E. H. M. **Leggett**, R E.

B. — Empire des Indes et colonies (India and Colonies).

Secrétariat d'État pour l'empire des Indes (Under Secretary of State for India) :

◆Col. R. A. **Sargeaunt**, R. E., Assoc. M. Inst. C. E., F. J. Inst., director general of Indian Railways;
◆J. R. **Bell**, consulting engineer to the Government of India for State Railways.

Département des chemins de fer et canaux du Dominion du Canada (Department of Railways and Canals of Canada) :

◆Sir Charles **Tupper**, Bart., G. C. M. G., C. B , High Commissioner for Canada in London ;
◆Conradin F. **Just**, secretary of the High Commissioner for Canada in London.

Ministère des travaux publics de la colonie du Cap (Public Works Department of Cape of Good Hope).

Agence générale de la colonie de Natal à Londres (Agent general for Natal in London) :

◆Walter **Peace**, C. M. G., agent general for Natal in London.

Agence générale de l'Australie de l'Ouest (Agent general for Western Australia) :

◆Sir Malcolm **Fraser**, K. C. M. G., agent general for Western Australia in London.

Agence générale de l'Australie du Sud à Londres (Agent general for South Australia in London) :

◆The Hon. Thomas **Playford**, agent general for South Australia in London.

Agence générale de la colonie de la Nouvelle Galles du Sud à Londres (Agent general for New South Wales in London) :

◆Edward Miller Gard **Eddy**, Chief Commissioner of the New South Wales Government Railways.

Agence générale de la colonie de la Nouvelle Zélande à Londres (Agent general for New Zealand in London) :

◆John **Carruthers**, consulting engineer to the Government of New Zealand in London.

Agence générale de la colonie de Queensland à Londres (Agent general for Queensland in London) :

◆Sir James **Garrick**, agent general for Queensland in London.

Agence générale de la colonie de Tasmanie à Londres (Agent general for Tasmania in London) :

Sir Robert G. W. **Herbert** G. C. B., agent general for Tasmania in London.

Agence générale de la colonie de Victoria à Londres (Agent general for Victoria in London).

Grèce (Greece).

Ministère de l'intérieur.

Italie (Italy).

Ministère des travaux publics :

François **Brioschi***, sénateur du royaume d'Italie (membre du comité de direction du Congrès);
◆Le comte Louis **Ripa di Meana**, inspecteur général des chemins de fer ;

Ottolenghi, inspecteur supérieur des chemins de fer;
◆**Rossi**, inspecteur supérieur des chemins de fer;
◆**Crosa**, inspecteur en chef des chemins de fer.

Japon (Japan).

Ministère des communications :

Hikokichi **Ijuin**, secrétaire de la légation du Japon à Londres.

Luxembourg (Luxemburg).

Direction générale des travaux publics.

Mexique (Mexico).

Secrétariat des communications et des travaux publics :

Luis **Salazar**, ingénieur;
◆Estanislao **Velasco**, ingénieur, chef du département des chemins de fer.

Norvège (Norway).

Ministère des travaux publics :

◆C. **Pihl**, directeur pour le département de construction aux chemins de fer de l'État;
C. E. **Krefting**, directeur pour le département de l'exploitation aux chemins de fer de l'État.

Pays-Bas (Holland).

Ministère du waterstaat, du commerce et de l'industrie :

◆J. J. **van Kerkwijk***, membre de la seconde Chambre des États-Généraux des Pays-Bas (membre de la Commission internationale du Congrès);
◆**Simon** (fils), membre du conseil de surveillance des chemins de fer.

Pérou (Peru).

Ministère de l'intérieur, de la police et des travaux publics.

Portugal.

Ministère des travaux publics, du commerce et de l'industrie :

◆Bento Fortunato de Moura Continho d'**Almeida d'Eça**, ingénieur, inspecteur de 1re classe et membre du conseil des travaux publics et des mines.

Roumanie (Roumania).

Ministère des travaux publics :

◆**Duca***, directeur général des chemins de fer de l'État, professeur à l'École des ponts et chaussées de Bucharest (membre de la Commission internationale du Congrès et rapporteur);
◆Ch. **Drago**, chef de service des ateliers et du matériel aux chemins de fer de l'État;
◆A. **Gafenco**, chef de service aux chemins de fer de l'État;
◆A. **Cottesco**, chef de service aux chemins de fer de l'État;
◆C. **Manesco**, chef de service aux chemins de fer de l'État;
◆A. **Saligny**, chef de service aux chemins de fer de l'État.

Russie (Russia).

Ministère des voies de communication :

◆ Alexandre **Yermoloff**, conseiller privé, directeur de la chancellerie du ministre des voies de communication;

◆ Vladimir **Werchovsky***, conseiller privé, ingénieur des ponts et chaussées, membre du conseil des chemins de fer (membre de la Commission internationale du Congrès);

◆ Basile **Soumarokoff***, conseiller d'État actuel, ingénieur des ponts et chaussées, directeur du département des chemins de fer (membre de la Commission internationale du Congrès);

◆ Louis de **Perl***, conseiller d'État actuel, attaché au ministère et gérant de l'Union russe pour les relations internationales des chemins de fer (membre de la Commission internationale du Congrès et rapporteur);

◆ Nicolas **Kopytkin**, conseiller d'État actuel, ingénieur des ponts et chaussées, inspecteur des trains impériaux;

◆ **Salkoff**, conseiller d'État actuel, ingénieur;

◆ Jacques **Gordiéenko**, conseiller d'État, ingénieur des ponts et chaussées, professeur extraordinaire à l'Institut des voies de communication de l'Empereur Alexandre Ier;

◆ Le colonel Alfred de **Wendrich**, ingénieur militaire, membre du conseil des ingénieurs du ministère des voies de communication;

◆ Balthazar Félix **Souschinsky**, conseiller d'État, ingénieur attaché à la section technique du département des chemins de fer;

◆ **Sytenko**, conseiller d'État, rédacteur en chef du Journal officiel du ministère des voies de communication;

◆ Stanislas de **Kounitsky**, conseiller de cour, ingénieur de cinquième classe au ministère des voies de communication;

◆ **Proscouriakoff**, conseiller de cour, aide du gérant du laboratoire mécanique de l'Institut des ingénieurs des voies de communication de l'Empereur Alexandre Ier, ingénieur des voies de communication;

◆ V. **Herzenstein***, conseiller titulaire, ingénieur attaché au ministère des voies de communication (rapporteur).

Ministère des finances. Département des affaires de chemins de fer :

◆ **Ratkoff-Rojnoff**, vice-directeur du département des affaires de chemins de fer;

◆ **Vilinski**, membre du comité des tarifs du ministère des finances;

◆ **Khitrovo**, fonctionnaire pour missions spéciales du département des affaires de chemins de fer du ministère des finances et représentant de ce ministère à l'Administration des chemins de fer de la Couronne.

Ministère de l'intérieur :

◇ Nicolas de **Zwolinski**, conseiller honoraire, fonctionnaire au comité technique du ministère de l'intérieur.

Serbie (Servia).

Ministère des travaux publics :

◆ Milivoie **Yossimovitch**, inspecteur général des chemins de fer de l'Etat serbe.

Siam.

Ministère des travaux publics :

◆ Xavier **Olin**, ancien ministre des travaux publics de Belgique.

Suède (Sweden).

Ministère de l'intérieur :

◆ Le comte Rodolphe **Cronstedt**, directeur général des chemins de fer de l'État;
◆ Fredrik **Almgren***, administrateur des chemins de fer de l'État suédois (membre de la Commission internationale du Congrès).

Suisse (Switzerland).

Département des postes et des chemins de fer :

◆ Johann **Tschiemer**, inspecteur technique;
◆ François **Schüle**, ingénieur du contrôle au département fédéral des chemins de fer.

Turquie (Turkey).

Ministère du commerce et des travaux publics :

◆ Le commandant **Ghalib Bey**, attaché naval à l'ambassade impériale de Turquie à Londres.

B. — DÉLÉGUÉS DES ADMINISTRATIONS PARTICIPANTES.
(MEMBERS APPOINTED BY ADMINISTRATIONS SUBSCRIBING TO THE CONGRESS.

Allemagne (Germany).

Chemin de fer Sud-Est prussien (260 k., 3 dél.) :

Krueger, membre de la direction.

Chemin de fer de Weimar-Géra (69 k., 2 dél.) :

◆ Ernst **Kohl**, directeur, conseiller supérieur de construction.

Argentine (République) (Argentine Republic).

Buenos-Ayres Great Southern Railway (2,255 k. [1,401 milles]. 7 dél.) :

◆ Frank **Parish**, chairman;
◆ John **Fair**, deputy chairman;
◆ R. J. **Neild**, director;
◆ H. C. **Allen**, secretary;
◆ H. H. **Loveday**, traffic superintendent;
◆ James **Livesey**, M. I. C. E., consulting engineer;
◆ A. **Giet**, accountant London office.

Central Argentine Railway (1,236 k. [768 milles] 5 dél.) :

◆ J. W. **Batten**, director;
◆ G. **Cooper**, director;
◆ F. **Neild**, director;
◆ Campbell P. **Ogilvie**, director;
◆ R. Campbell **Baines**, Mole superintendent.

Buenos-Ayres and Ensenada Port Railway (206 k. [128 milles]. 3 dél.) :

Charles Buchanan **Ker**, director;
◆ William **Roberts**, director;
◆ T. D. **Brooke**, secretary.

Grand chemin de fer Central Sud-Américain (en construction, 2 dél.) :

◆Jules **Carlier**, administrateur;
A. J. de la **Fontaine**, ingénieur.

Autriche-Hongrie (Austria-Hungary).

A. — Autriche (Austria).

Chemins de fer de l'État (8,077 k., 8 dél.) :

◆S. Exc. le Dr. chevalier Leon von **Bilinski***, conseiller intime I. et R., chef de section au Ministère I. R. du commerce, président de la direction générale I. R. (délégué du gouvernement autrichien).
◆Le Dr. Ferdinand **Zehetner**, conseiller I. R. aulique, directeur administratif de la direction générale;
◆Gustav **Gerstel**, conseiller I. R. de régence, directeur du mouvement de la direction générale;
◆Le Dr. Chevalier Severin von **Kniaziolucki**, conseiller de la direction générale, chef de la section présidentielle de la direction générale;
◆Anton **Kuhnelt**, conseiller I. R. de régence, chef adjoint de la section commerciale de la direction générale;
◆Victor **Schutzenhofer**, conseiller I., chef adjoint de la section de la traction de la direction générale;
Alois **Stane**, conseiller de la direction générale, directeur adjoint de la construction de la direction générale;
◆Victor von **Koloszvary**, directeur de l'exploitation de la direction d'exploitation de Cracovie;
◆Theodor von **Scala**, directeur de l'exploitation de la direction d'exploitation de Villach.

Chemins de fer du Sud de l'Autriche (2,596 k., 8 dél.) :

◆Son Altesse Sérénissime le prince Egon **Hohenlohe**, président;
◆Oscar **Schüler**, directeur;
Le chevalier Max Bram von **Bardany**, conseiller I. R., directeur de l'exploitation.

Société autrichienne-hongroise des chemins de fer de l'État (1,376 k., 5 dél.) :

◆Le chevalier Theodore de **Taussig**, président;
◆Le chevalier Rodolphe de **Grimburg**, conseiller aulique, directeur;
◆Charles **Rimböck**, conseiller du gouvernement, chef du service financier;
◆Celestin **Rubricius**, conseiller du gouvernement, chef du service de l'exploitation;
◆François **Pauer**, inspecteur général et chef du service du matériel et de la traction;
◆Le Dr. Harry L. **Hirschl***, secrétaire (secrétaire-rapporteur).

Chemins de fer du Nord Empereur Ferdinand (1,295 k., 5 dél.) :

◆Son Exc. le margrave Alexander **Pallavicini**, conseiller intime I. et R. et chambellan, président;
◆Son Exc. le comte Philipp **Boos-Waldeck und Montfort**, conseiller intime I. et R. et chambellan, vice-président;
◆Joseph **Hönigsvald**, conseiller I. et R. de régence, administrateur;
◆Alfred von **Lenz**, administrateur;
◆Richard **Jeitteles***, conseiller I. et R. aulique, directeur général (membre de la Commission internationale du Congrès);
◆Wilhelm **Ast***, conseiller I. et R. de régence, directeur des voies et travaux (rapporteur);
◆Le Dr. Anton **Bezecny**, conseiller I. et R. de régence, secrétaire général;
◆Le chevalier Arthur von **Boschan***, ingénieur (rapporteur).

Chemins de fer Nord-Ouest autrichiens (949 k., 4 dél.) :

Le Dr. Emil **Sax**, administrateur ;
◆ Le Dr. Alexander **Eger**, conseiller aulique, directeur ;
◆ Wenzel **Hohenegger**, ingénieur, directeur des travaux ;
◆ Le Dr. Max **Borowy**, secrétaire de la direction.

Jonction Sud-Nord allemande (265 k., 3 dél.) :

◆ Johann Freiherr von **Liebig**, administrateur ;
◆ Louis **Löb**, administrateur ;
E. **Prinzig**, administrateur.

Chemins de fer de Lemberg-Czernowitz-Jassy (581 k., 4 dél.) :

◆ **E. A. Ziffer**, ingénieur, président ;
◆ Lord Eustace **Cecil**, administrateur ;
L. M. **Rate**, administrateur ;
◆ Max **Zingler**, secrétaire du bureau de Londres.

Chemins de fer du Nord de la Bohême (320 k., 3 dél.) :

Chemin de fer de Vienne-Aspang (85 k., 2 dél.) :

◆ Franz **Grünebaum**, vice-président ;
◆ Le chevalier Alfred Tunkler von **Treuimfeld**, directeur.

B. — Hongrie (Hungary).

Chemins de fer de l'Etat (7,395 k., 8 dél.) :

◆ Jules **Ludvigh***, conseiller ministériel, membre de la Chambre des Magnats, directeur-président (membre de la Commission internationale du Congrès, délégué du gouvernement hongrois) ;
◆ Sigismond **Thaly**, conseiller royal, chef d'exploitation ;
◆ Emile **Stiffson**, inspecteur au service du mouvement ;
◆ Sigismond **Abelos**, inspecteur au service de la traction ;
◆ Ferdinand **Förster**, directeur de la fabrique de machines ;
Henri **Fouquau**, secrétaire de la direction.

Chemin de fer Kaschau-Oderberg (446 k., 3 dél.) :

Pierre de **Rath**, ingénieur, directeur général ;
◆ Adolphe **Hausser**, docteur en droit, inspecteur principal.

Chemins de fer unis d'Arad et de Csanad (325 k., 3 dél.) :

◆ Béni de **Boros**, conseiller royal, député au Parlement hongrois, directeur et ingénieur en chef ;
◆ Béla de **Vasarhelyi**, directeur et administrateur ;
◆ Lajos de **Bohus**, directeur et administrateur.

Chemins de fer de la vallée de Szamos (221 k., 3 dél.) :

◆ Alexandre de **Schreiber**, membre de la direction ;
Sollan de **Maleter**, directeur.

Chemin de fer d'intérêt local du Szilagyság (109 k., 3 dél.) :

Coloman de **Gulacsy**, administrateur délégué ;
Julian de **Poach**, administrateur ;
Ambrosius **Nemenyi**, administrateur.

Chemin de fer de Nagy Kikinda à Nagy-Becskerek (71 k., 2 dél.) :

Louis **Deutsch**, conseiller de direction ;
Le Dr. Stefan **Kepessy**, directeur-rapporteur.

Chemin de fer de Mohacs-Fünfkirchen (69 k., 2 dél.) :

Louis de **Ullmann**, directeur général ;
Emile de **Thaly**, directeur de l'exploitation.

Chemin de fer de Vinkovce à Broka (51 k., 2 dél.) :

Le chevalier Ernest de **Lindheim**, administrateur ;
Coloman de **Gulacsy***, administrateur délégué (délégué du chemin de fer d'intérêt local du Szilagyság).

Belgique (Belgium).

Chemins de fer de l'Etat (3,250 k , 8 dél.).

Commission internationale du Congrès :

◆ A. **Dubois***, administrateur des chemins de fer de l'État belge, président de la Commission internationale du Congrès (délégué du gouvernement belge);
◆ **Ramaeckers***, secrétaire général du ministère des chemins de fer, postes et télégraphes, membre du comité de direction du Congrès (délégué du gouvernement belge);
◆ **Schaar***, administrateur des chemins de fer de l'État belge, membre de la Commission internationale du Congrès (id.);
◆ Louis **Weissenbruch***, ingénieur aux chemins de fer de l'État belge, secrétaire du comité de direction du Congrès (id.);
◆ Edouard **Holemans***, chef de division aux chemins de fer de l'État belge, trésorier du comité de direction du Congrès (id.).

Rapporteurs :

◆ **Hubert***, ingénieur en chef, directeur d'administration aux chemins de fer de l'État belge (id.);
◆ **Hodeige***, ingénieur principal aux chemins de fer de l'État belge (id.);
◆ Lucien **Motte***, ingénieur principal aux chemins de fer de l'État belge (id.).

Autres délégués :

◆ **Dethieu***, inspecteur général aux chemins de fer de l'État belge (id.);
◆ **Niels***, inspecteur de direction aux chemins de fer de l'État belge (id.);
◆ **De Busschere***, ingénieur en chef aux chemins de fer de l'État belge (id) ;
◆ Ernest **Gerard***, ingénieur principal aux chemins de fer de l'État belge (id) ;
◆ **Bruneel***, ingénieur principal aux chemins de fer de l'État belge (id).

Chemin de fer Grand Central Belge (611 k., 4 dél.).

Délégués de droit :

◆ Jules **Urban***, directeur général du chemin de fer Grand Central Belge, président de la Société générale belge de chemins de fer économiques (vice-président de la Commission internationale du Congrès);
◆ Eugène **Belleroche***, ingénieur chef de service au chemin de fer Grand Central Belge (rapporteur).

Autres délégués :

◆ **Montefiore-Levi**, sénateur, président ;
Maurice **Urban**, ingénieur en chef, directeur ;
◆ Charles **Le Bon**, ingénieur en chef, directeur ;
◆ Emile **Spruyt**, directeur.

Chemins de fer de la Flandre occidentale (182 k., 3 dél.) :

E. **Van den Bogaerde**, directeur gérant, chef de l'exploitation ;
A. **Fraeys**, ingénieur, chef du service de la traction et du matériel ;
F. **Lebbe**, ingénieur, chef du service des voies et travaux.

Chemin de fer du Nord français (lignes Nord-belges) (170 k., 3 dél.) :

Philippe*, inspecteur général (membre de la Commission internationale du Congrès);
Vallon, administrateur;
Waru, administrateur;
Piéron, ingénieur en chef des ponts et chaussées, ingénieur en chef des services actifs.

Chemin de fer de l'Est belge (135 k., 3 dél.) :

Édouard **Despret**, président;
Alphonse **Matthei**, directeur;
Albert **Urban**, ingénieur, chef de service.

Chemin de fer du Nord de la Belgique (116 k., 3 dél.) :

Léon **Orban**, président;
Ferdinand **Baeyens**, administrateur;
Gustave **Harten**, ingénieur, chef de service.

Chemin de fer de l'Entre-Sambre-et-Meuse (111 k., 3 dél.) :

William **Austin**, président;
Edmond **Louis**, chef de service;
Charles **Hanrez**, ingénieur, chef de service.

Chemin de fer de Malines-Terneuzen (68 k., 2 dél.) :

[illegible] **Van den Broeck**, président;
[illegible] **Lamquet**, directeur gérant.

Chemin de fer de Braine-le-Comte à Gand (65 k., 2 dél.) :

[illegible] **Noël**, administrateur directeur gérant;
[illegible] **Noël**, secrétaire de la Compagnie.

Chemin de fer de Chimay (60 k., 2 dél.) :

[illegible] administrateur;
[illegible] directeur.

Chemin de fer de Gand-Eeclo-Bruges (48 k., 2 dél.) :

[illegible] **Neelemans**, administrateur;
[illegible] **Neelemans**, directeur gérant.

Chemin de fer de Jurbise et de Landen à Hasselt (46 k., 2 dél.) :

[illegible] **Rotella**, administrateur;
[illegible] inspecteur.

Chemin de fer de Terneuzen (41 k., 2 dél.) :

[illegible] administrateur;
[illegible] directeur gérant.

Chemin de fer de Maeseyck (41 k., 2 dél.) :

[illegible]
[illegible] de la Compagnie.

Chemin de fer de Liége-Maestricht (30 k., 2 dél.) :

A. **Clermont**, directeur gérant.

Chemin de fer d'Anvers à Rotterdam (27 k., 2 dél.) :

Xavier **Neujean**, administrateur;
◆Léopold **Kirsch**, ingénieur, chef de service.

Chemin de fer de Termonde à Saint-Nicolas (22 k., 2 dél.) :

◆Armand **Dresse**, président;
◆A. **Ancion**, membre de la Chambre des représentants de Belgique, administrateur.

Chemin de fer d'Anvers à Gand (50 k., 2 dél.) :

◆**Verwilghen-Goris**, administrateur;
◆Edouard **Prisse**, directeur gérant.

Société nationale des chemins de fer vicinaux (1,144 k., 5 dél.) :

◆**Fris**, membre de la Chambre des représentants de Belgique, président;
◆C. de **Burlet***, directeur général (membre de la Commission internationale du Congrès et rapporteur);
◆A. **Lebrun**, secrétaire général.

Chemins de fer secondaires (Compagnie générale des) (239 k., 3 dél.) :

◆Gustave **Michelet**, administrateur délégué;
◆P. **Liénart**, ingénieur en chef;
F. **Nonnenberg**, ingénieur en chef.

Railways économiques de Liége-Seraing et extensions (300 k., 3 dél.) :

◆**Dupont-Rucloux**, administrateur délégué;
◆Paul **Bourgeois**, directeur;
◆Ed. **De Cuyper**, directeur de l'exploitation.

Société générale de chemins de fer économiques (152 k., 3 dél.) :

E. **Urban**, ingénieur, administrateur;
◆G. **Kumps**, ingénieur, administrateur;
H. **De Backer***, ingénieur, directeur général (rapporteur).

Compagnie intern. des wagons-lits et des grands express européens (1,298 essieux à voy., 5 dél.) :

◆Georges **Nagelmackers**, directeur général;
A. **Lechat**, sous-directeur à Paris;
◆**Schrœder**, chef de direction;
◆**Gain**, ingénieur en chef;
◆A. **Neef**, inspecteur général.

◆**Wildhagen***, inspecteur principal (secrétaire-rapporteur).

Compagnie auxiliaire internationale de chemins de fer (3,296 essieux à marchandises, 3 dél.) :

◆Le baron E. de **Gienanth**, administrateur délégué;
E. **Funck**, administrateur;
Georges **De Laveleye***, administrateur (délégué du gouvernement du Congo et rapporteur).

Brésil (Brazil).

[illegible] *Railway* (982 k. [610 milles], 4 dél.) :

[illegible] **Alt**, director;
[illegible] **Ramsey**, director;
[illegible] **Williams**, secretary.

[illegible] *Rép. des États-Unis du Brésil* (730 k., 4 dél.) :

[illegible] **Lentao de Almeida***, colonel du génie, chef de la commission des achats en [illegible] du gouvernement brésilien);
[illegible], ancien ingénieur en chef de la voie.

[illegible] *de fer brésiliens* (358 k., 3 dél.) :

[illegible]
[illegible] **Lavelevo**, administrateur.

[illegible] (*Compagnie des*) (160 k., 3 dél.) :

[illegible] administrateur,
[illegible]
[illegible]

[illegible] (112 k. [88 milles], 3 dél.) :

[illegible]
[illegible]
[illegible]

[illegible] (110 k. [87 milles], 3 dél.) :
[illegible] du Buenos-Ayres Great Southern Railway);
[illegible]
[illegible]

Bulgarie (Bulgaria).

[illegible]

Chili.

[illegible] (924 k. [574 milles], 4 dél.) :

[illegible]

Colombie (Columbia).

[illegible] (93 milles], 3 dél.) :

[illegible]

[illegible] (État indépendant du).

[illegible] (50 k., 2 dél.) :
[illegible] directeur général (délégué du gouvernement du Congo);
[illegible] comité permanent;

Danemark (Denmark).

Chemins de fer de l'Etat (1,691 k., 5 dél.) :

◆**Westergaard**, chef du service de l'exploitation;
◆**Busse**, ingénieur en chef du matériel et de la traction;
Ernst, ingénieur en chef adjoint des chemins de fer en construction;
◆**Rimestad**, chef de bureau.

Chemin de fer de la Fionie méridionale (76 k., 2 dél.).

Chemin de fer de Lolland-Falster (72 k., 2 dél.) :

C. F. **Tietgen**, conseiller intime d'État, président;
◆C. **Larsen**, chef de l'exploitation.

Chemin de fer de l'Est de Seeland (47 kil., 2 dél.) :

C. F. **Tietgen***, conseiller intime d'État, président (délégué du chemin de fer de Lolland-Falster);
◆J. **Hansen**, secrétaire.

Égypte (Egypt).

Chemins de fer de l'État (1,544 k., 5 dél.) :

◆S. Exc. Boghos Pacha **Nubar***, administrateur (délégué du gouvernement égyptien).
◆**Cotterill***, ingénieur, sous-chef du service technique (id.).

Espagne (Spain).

Chemins de fer du Nord de l'Espagne (2,949 k., 8 dél.) :

Emile **Pereire**, président du Comité de Paris;
Rafael **Angulo**, membre du Comité de Paris;
Maurice **Bixio**, membre du Comité de Paris;
J. Barat, directeur;
A. **Biarez**, ingénieur en chef du service central à Paris;
Maurice **Pereire**, ingénieur attaché à la délégation à Paris;
◆Michel **Sala**, ingénieur de la voie.

Chemin de fer de Madrid à Saragosse et à Alicante (2,672 k., 8 dél.) :

Gustave **Bauer**, administrateur;
Cypriano Segundo **Montesino**, directeur général;
◆Charles **Grébus**, directeur général adjoint;
Albert **Levi-Alvares**, ingénieur conseil, secrétaire général du comité;
◆René **Lisle**, inspecteur général des services administratifs et financiers;
◆Joaquin L. de **Letona**, ingénieur en chef de la voie et des travaux;
◆Nathan **Süss**, ingénieur en chef de l'exploitation.

Chemins de fer andalous (883 k., 4 dél.).

Chemins de fer de Tarragone à Barcelone et à la France (718 k , 4 dél.) :

Claudio **Planas**, directeur gérant;
Manuel de **Aramburu y Pelayo**, ingénieur en chef des ponts et chaussées d'Espagne, chef de l'exploitation;
◆Eduardo **Maristany y Gibert**, ingénieur des ponts et chaussées d'Espagne, chef de la construction.

Chemins de fer de Madrid-Cacères et Portugal et l'Ouest d'Espagne (Compagnie d'exploitation des) (305 k., 4 dél.).

Chemin de fer de Medina del Campo à Zamora et de Orense à Vigo (293 k., 3 dél.) :

◆D. Domingo Juan **Sanllehy**, vice-président;
◆D. Antonio **Masso**, assistant du conseil.

Chemins de fer du Sud de l'Espagne (150 k., 3 dél.) :

◆Yvo **Bosch**, président du comité de Paris;
◆Émile **Cousin**, ingénieur.

Chemins de fer et mines de San Juan de las Abadesas (119 k., 3 dél.) :

Laureano de **Larramendi**, président;
Rodolfo **Juncadella**, secrétaire;
Domingo **Vehil**, ingénieur.

Chemin de fer de Medina del Campo à Salamanca (77 kil., 2 dél.) :

Pierre **Caillat**, administrateur délégué;
Drouin, inspecteur général.

Chemin de fer de Valence et Aragon (39 k., 2 dél.) :

H. **Peemans**, administrateur;
◆Félix **Delhaye**, administrateur.

États-Unis d'Amérique (United States of America).

American Railway Association (228,465 k. [141,495 milles], 8 dél.) :

◆Henry S. **Haines**, president American Railway Association and vice-president Plant system;
◆Alfred **Walter**, president Delawarre, Susquehanna and Schuylkill Railroad;
◆William F. **Allen**, secretary American Railway Association and manager of the Official Railway Guide;
◆James T. **Harahan**, second vice-president Illinois Central Railroad;
◆Charles W. **Bradley**, general superintendent West Shore Railroad;
◆John C. **Kenly**, general manager Atlantic Coast line;
◆Jacob J. **Frey**, general manager Atchison Topeka and Santa-Fé Railroad;
◆Theodore **Voorhees**, first vice-president Philadelphia and Reading Railroad system.

Southern Pacific Railroad (10,739 k. [6,673 milles], 8 dél.) :

C. P. **Huntington**, president;
G. S. **Miles**, secretary of the president;
◆C. E. **Bretherton**, agent in London;
◆E. W. **Berryman**, agent for steamship lines;
A. N. **Towne**, third vice-president and general manager;
Julius **Kruttschnitt**, general manager Atlantic system;
William **Mahl**, general auditor.

Louisville and Nashville Railway (7,632 k. [4,735 milles], 8 dél.).

Pennsylvania Railroad (6,387 k. [3,967 milles], 8 dél.) :

◆Frank **Thomson**, first vice-president;
◆James **McCrea**, first vice-president Pennsylvania lines West of Pittsburg;
◆Theodore N. **Ely**, chief of motive power;
◆James L. **Taylor**, general European passenger agent.

Illinois Central Railroad (4,648 k. [2,888 milles], 8 dél.) :

◆James T. **Harahan***, second vice-president (délégué de l'American Railway Association);
◆W. Y. **Kehoe**, secretary of the second vice-president.

Denver and Rio Grande Railway (2,662 k. [1,654 milles], 8 dél.) :

◆George **Coppell**, chairman of Board of directors;
◆Edward T. **Jeffery**, president;
Charles C. **Beaman**, director and counsel;
John Lowber **Welsh**, director;
R. T. **Wilson**, director;
Howard **Gilliat**, London agent.

New York, New Haven and Hartford Railway (2,403 k. [1,493 milles], 8 dél.) :

◆Charles P. **Clark**, president;
◆F. S. **Curtis**, chief engineer;
◆John **Henney**, jun., superintendent motive power;
◆C. H. **Platt**, general superintendent New Haven system;
◆E. G. **Allen**, general superintendent Old Colony system;
◆S. A. **Gardner**, superintendent Fall River line;
◆C. C. **Elwell**, engineer maintenance of way, New York division;
◆J. G. **Parker**, secretary.

Cleveland Cincinnati Chicago and Saint-Louis Railway (2,288 k. [1,422 milles], 7 dél.).

Chesapeake and Ohio Railway (2,148 k. [1,335 milles], 7 dél.).

Lehigh Valley Railroad (1,732 k. [1,076 milles], 6 dél.) :

◆Chas. **Hartshorne**, vice-president;
◆Rollin H. **Wilbur**, general superintendent;
◆Israel W. **Morris**, general land agent.

Nashville Chattanooga and Saint-Louis Railway (1,547 k. [961 milles], 6 dél.) :

◆J. W. **Thomas**, jun., assistant general manager;
◆James **Cullen**, superintendent motive power.

New York Central and Hudson River Railroad (1,318 k. [819 milles], 5 dél.)

Chauncey M. **Depew**, president;
◆H. Walter **Webb**, third vice-president;
◆John M. **Toucey**, general manager;
William **Buchanan**, superintendent of motive power and rolling stock;
◆**Dudley**, engineer.

New York Ontario and Western Railway (768 k. [477 milles], 4 dél.)

◆Joseph **Price**, vice-president and director;
◆Harry **Pearson**, director;
◆Geo. von **Chauvin**.

Fitchburg Railroad (724 k. [450 milles], 4 dél.) :

◆Henry S. **Marcy**, president;
◆William L. **Chase**, director;
◆George **Heywood**, jun., director;
◆Dr George **Heywood**.

Pittsburgh and Western Railway (407 k. [253 milles], 3 dél.) :

◆W. H. **Addicks**.

Wilmington and Weldon Railroad (322 k. [200 milles], 3 dél.) :

◆John R. **Kenly***, general manager (délégué de l'American Railway Association).

Mobile and Birmingham Railway (262 k. [163 milles], 3 dél.) :

◆Thomas Frame **Thomson**, director;
◆Sir Douglas **Galton**, K. C. B., F. R. S., R. E., director;
◆Charles Bullen **Waller**.

West Virginia Central and Pittsburg Railway (245 k. [152 milles], 3 dél.) :

◆C. L. **Bretz**, general manager.

Richmond Fredericksburg and Potomac Railway (132 k. [82 milles], 3 dél.).

Arizona and South Eastern Railroad (89 k. [55 milles], 2 dél.) :

◆James **Douglas**, president.

Los Angeles Terminal Railway (80 k. [50 milles], 2 dél.) :

◆Geo. B. **Leighton**, president;
D. L. **Barnes**, consulting engineer.

Addison and Pennsylvania Railway (66 k. [41 milles], 2 dél.).

France, Algérie et colonies (France, Algeria and colonies).

A. — France.

Chemins de fer de l'État (2,743 k., 8 dél.) :

◆**Bouchard**, président;
◆**Lax**, administrateur;
◆**Benac**, secrétaire général;
◆**Matrot**, directeur;
◆**Bricka***, ingénieur en chef de l'exploitation (rapporteur);
◆**Fouan**, ingénieur en chef de la voie et des bâtiments;
◆**Parent**, ingénieur en chef du matériel et de la traction;
◆**Huguet**, ingénieur en chef attaché à la direction;
◆**Javary**, ingénieur des ponts et chaussées, attaché à la direction.

Chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée (8,607 k., 8 dél.) :

◆**Noblemaire***, directeur (membre de la Commission internationale du Congrès);
◆**Amiot**, ingénieur en chef des mines, attaché à la direction;
◆René **Picard**, chef de l'exploitation;
◆**Berquet**, chef de l'exploitation adjoint;
◆**Luuyt**, sous-chef de l'exploitation;
◆**Chaperon**, chef de la 3e division de l'exploitation;
◆**Baudry**, ingénieur en chef du matériel et de la traction;
◆**Maréchal**, ingénieur principal, chef de la division du matériel;
◆**Kowalski**, ingénieur du service central de la traction;

◆**Auvert***, ingénieur attaché au service central du matériel (rapporteur).

Chemin de fer de Paris à Orléans (6,514 k., 8 dél.) :

◆**Bardoux**, administrateur;
◆**Schneider**, administrateur;
Vergé, administrateur;
◆**Heurteau***, directeur (membre de la Commission internationale du Congrès);
◆**Pader**, chef de l'exploitation, ou, à son défaut, **Nigond**, chef adjoint de l'exploitation;
◆**Brière**, ingénieur en chef de la voie;
◆**Carlier**, secrétaire général;
◆**Solacroup**, ingénieur en chef adjoint du matériel et de la traction;
◆G. **Michel**, attaché au secrétariat général;

◆**Sabouret***, ingénieur des ponts et chaussées, ingénieur principal du service central de la voie (rapporteur);
◆DE **Fréminville***, inspecteur du matériel roulant (secrétaire rapporteur).

Chemins de fer de l'Ouest (5,261 k., 8 dél.) :

◆EDW. **Blount**, administrateur;
◆Le marquis DU **Lau**, administrateur;
Marin, directeur;
◆**Clerc**, directeur des travaux;
◆**Moïse**, ingénieur en chef de la construction;
◆**Clérault**, ingénieur en chef du matériel et de la traction;
◆DE **Larminat**, chef de l'exploitation adjoint;
◆**Morandiere**, ingénieur des études;

◆**Sauvage***, ingénieur en chef des mines, ingénieur en chef adjoint du matériel et de la traction (rapporteur);
◆**Demoulin***, inspecteur du matériel et de la traction (secrétaire-rapporteur);
◆**Visinet***, agent commercial à Londres (secrétaire-rapporteur).

Chemins de fer de l'Est (4,727 k., 8 dél.) :

◆**Petsche**, administrateur;
◆Le marquis D'**Imécourt**, administrateur;
◆**Barabant***, directeur (membre de la Commission internationale du Congrès);
◆**Weiss**, chef adjoint de l'exploitation;
Fougère, chef du mouvement;
◆**Lancrenon**, ingénieur en chef adjoint du matériel et de la traction;
◆**Gerhardt**, ingénieur de la traction;
◆**Dufaux**, ingénieur principal de la voie.

Chemins de fer du Nord (3,650 k., 8 dél.) :

◆LÉON **Say**, membre de l'Institut, vice-président;
◆**Griolet***, vice-président (membre du comité de direction du Congrès);
Hottinguer, administrateur;
◆**Sire***, agent de la Compagnie à Londres (secrétaire-rapporteur);
◆**Marie**, chef des services administratifs;
◆**Agnellet**, ingénieur en chef des ponts et chaussées, ingénieur en chef des études du matériel des voies et des bâtiments;
◆**De Fonbonne**, ingénieur principal de la traction;
◆**Kéromnés**, ingénieur principal des ateliers des machines de la Chapelle et d'Hellemmes;
◆**Aumont**, ingénieur des ponts et chaussées, ingénieur du matériel des voies;

◆EUG. **Sartiaux***, chef des services électriques (rapporteur);

◆**Guilloux***, sous-inspecteur des services administratifs (secrétaire-rapporteur);
◆**Favre***, chef de la gare maritime de Calais (secrétaire-rapporteur).

Chemin de fer du Midi (3,100 k., 8 dél.) :

◆**Aucoc**, président;
◆Georges **Picot**, administrateur;
◆**Blagé**, directeur;
◆**Maurer**, chef de l'exploitation;
◆**Herdner**, ingénieur du service central du matériel et de la traction;
◆**Choron**, ingénieur en chef de la voie et des lignes nouvelles;
Hausser, ingénieur en chef adjoint de la voie et des lignes nouvelles;
◆**Moffre**, ingénieur des ponts et chaussées, ingénieur principal attaché à la direction.

Chemin de fer de Ceinture de Paris (171 k., 3 dél.) :

Rœderer, directeur;
Dubois, sous-directeur;
◆**Hauet**, ingénieur de la voie.

Chemin de fer de l'Est de Lyon (94 k., 2 dél.) :

Victor **Stoclet**, administrateur;
Léon **Ulens**, administrateur.

Chemins de fer économiques (Société générale des) (1,180 k., 5 dél.) :

◆Albert **Ellissen**, administrateur;
◆Émile **Level**, directeur;
◆Ernest **Plocq***, ingénieur (rapporteur);
◆Georges **Level**, inspecteur attaché à la direction;
◆Henry **Vergé**.

Chemins de fer départementaux (880 k., 4 dél.) :

◆**Zens**, administrateur, directeur;
◆**Coste**, ingénieur en chef adjoint à la direction;
◆**Chevalier**, ingénieur en chef des travaux et de la surveillance;
◆Albert **Zens**, secrétaire de la direction.

Chemins de fer du Sud de la France (540 k., 4 dél.) :

Joseph **Gay**, président;
René **Baulant**, administrateur délégué;
Georges **Corbelaud**, ingénieur adjoint à la direction;
◆Alfred **Chassin**, ingénieur, directeur local des tramways de la Côte-d'Or.

Chemins de fer économiques du Nord (180 k., 3 dél.) :

◆Lucien **Simpain**, administrateur délégué;
◆Victor **Mestreit**, directeur;
◆Auguste **Rouffart**, ingénieur en chef des études et de la construction.

Chemins de fer départemental des Bouches-du-Rhône (178 k., 3 dél.) :

[illegible] **Weilenstein**, président;
[illegible], administrateur;
◆[illegible] **Tena**, administrateur.

Chemin de fer [illegible] local du département des Landes (169 k., 3 dél.) :

[illegible] inspecteur en chef des ponts et chaussées;

◆**Moffre***, ingénieur des ponts et chaussées (délégué de la Compagnie du chemin de fer du Midi français);
◆**Piot**, secrétaire.

Compagnie Meusienne de chemins de fer (155 k., 3 dél.) :

◆**Pattin**, président;
◆**Gautier**, ancien élève de l'École polytechnique, administrateur;
◆**Merceron**, ingénieur, directeur.

Chemins de fer du Périgord (125 k., 3 dél.) :

Caze, président;
◆François **Empain**, administrateur;
De Wandre, directeur.

Société des voies ferrées du Dauphiné (58 k., 2 dél.) :

Émile **Francq**, administrateur délégué;
Léon **Devilaine**, ingénieur.

Chemin de fer de Saint-Quentin à Guise (40 k., 2 dél.) :

◆**Jourdain**, administrateur, directeur.

Chemin de fer de Gué à Menaucourt (36 k., 2 dél.) :

◆Jules **Guyard**, président;
◆René **Guyard**, administrateur.

Chemin de fer de Somain à la frontière belge (mines d'Anzin) (34 k., 2 dél.) :

A. **François**, directeur général;
de **Forcade**, secrétaire général.

Chemin de fer de Pithiviers (Loiret) à Toury (Eure-et-Loire) (31 k., 2 dél.) :

L. **Ravenez**, président;
◆A. **Poidatz**, administrateur.

Chemins de fer du Calvados (38 k., 2 dél.) :

◆**Orens**, ingénieur, directeur;
Benoit, ingénieur, chef de l'exploitation.

Chemin de fer de Chauny à Saint-Gobain (16 k., 2 dél.) :

Alfred **Biver**, directeur général;
◆E. **Jarriand**, sous-chef du secrétariat général.

Chemins de fer à voie étroite du Midi (10 k., 2 dél.).

B. — Algérie (Algeria).

Chemins de fer de l'Est algérien (887 k., 4 dél.) :

◆Albert **Dehaynin**, président;
◆Octave **Homberg**, administrateur;
◆Le comte Paul **Durrieu**, administrateur;
◆**Mayer**, ingénieur en chef des ponts et chaussées, directeur.

Chemin de fer de Bône-Guelma et prolongements (réseau algérien) (794 k., 4 dél.) :

Y compris les lignes de Tunisie (358 k.).

Devès, président;
Schlemmer, administrateur;
◆**Allain-Launey**, administrateur;
◆Alfred **Kowalski***, ingénieur en chef du service central de l'exploitation (rapporteur)

Compagnie Franco-Algérienne (700 k , 4 dél.) :

Mauger, président;
H. **Lartigue**, administrateur, directeur général;
◆**Rowan**, ingénieur conseil;
◆Louis **Billema**, ingénieur du service central.

Chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée (réseau algérien) (513 k., 4 dél.) :

Laugel, administrateur;
◆**Michel**, ingénieur en chef du matériel fixe et des approvisionnements de la voie;
◆**Étienne**, ingénieur attaché au service central de la voie;
◆**Desmure**, directeur de l'exploitation à Alger.

Chemins de fer de l'Ouest algérien (370 k., 3 dél.) :

◆**Bordet**, administrateur délégué;
Peytel, administrateur délégué;
Cholet, directeur des services de la Compagnie en Algérie.

C. — Colonies.

Chemins de fer de Dakar à Saint-Louis (Sénégal) (264 k., 3 dél.) :

◆Édouard de **Traz***, ingénieur, président (délégué des chemins de fer régionaux des Bouches-du-Rhône);
◆Alfred **Kowalski***, administrateur (délégué du chemin de fer de Bône-Guelma et rapporteur);
André de **Traz**, ingénieur, chef du service central.

Grande-Bretagne et Irlande (Royaume-Uni). Empire des Indes et Colonies. (The United Kingdom, India and its Colonies.)

A. — Royaume-Uni (The United Kingdom).

Great Western Railway (4,020 k. [2,498 milles], 8 dél.) :

◆The Viscount **Emlyn***, deputy chairman (vice-président de la section anglaise);
◆A. **Hubbard**, deputy chairman;
The Earl of **Cork**, director;
Col. the Hon. C. E. **Edgecumbe**, director;
◆W. **Robinson**, director;
◆C. G. **Mott**, director;
◆Henry **Lambert***, general manager (membre de la section anglaise et rapporteur);
◆T. J. **Allen**, superintendent of the line;
◆W. **Dean**, locomotive engineer;
◆J. C. **Inglis**, chief engineer;
◆J. E. **Spagnoletti**, consulting electrical engineer;
◆J. L. **Wilkinson***, chief goods manager (rapporteur).

London and North Western Railway (3,045 k. [1,892 milles], 8 dél.) :

◆The Right Hon. Lord **Stalbridge***, chairman (membre de la Commission internationale du Congrès);
◆J. P. **Bickersteth**, deputy chairman;
T. H. **Ismay**, director;
The Right Hon. D. R. **Plunket**, M. P., director;
His Grace the Duke of **Sutherland**, director;
W. **Tipping***, director (membre de la section anglaise);

◆F. **Harrison***, general manager (membre de la section anglaise et rapporteur);
◆Frank **Ree**, chief goods manager;
◆H. **Footner**, chief permanent way engineer;
◆George P. **Neele**, chief passenger superintendent;
◆C. A. **Park***, carriage superintendent (rapporteur);
◆F. **Stevenson**, chief civil engineer;
A. M. **Thompson***, signal superintendent (rapporteur);
◆F. W. **Webb**, chief mechanical engineer.

North Eastern Railway (2,555 k. [1,588 milles], 8 dél.):

Sir Joseph W. **Pease**, Bart., M. P., chairman;
◆Captain the Hon. C. **Duncumbe**, deputy chairman;
◆John **Cleghorn***, director (membre de la section anglaise);
Sir James **Kitson**, Bart., M. P., director;
◆Henry **Tennant**, director;
◆George S. **Gibb**, L. L. B., general manager;
◆J. Wolfe **Barry**, C. E. C. B., consulting engineer;
◆C. N. **Wilkinson**, secretary;
◆W. **Worsdell**, locomotive superintendent.

North British Railway (2,144 k. [1,332 milles], 7 dél.):

◆The Marquess of **Tweeddale***, chairman (membre de la section anglaise);
Sir Charles **Tennant**, deputy chairman;
J. G. A. **Baird**, M. P., director;
◆J. Parker **Smith**, M. P., director;
◆J. **Conacher**, general manager;
◆Jno. **Cathles**, secretary;
◆James **Carswell**, engineer;
◆M. **Holmes**, locomotive superintendent.

Midland Railway (2,092 k. [1,300 milles], 7 dél.):

◆Charles **Thomas**, deputy chairman;
◆Gustav **Behrens***, director (membre de la section anglaise);
W. U. **Heygate**, director;
◆H. T. **Hodgson**, director;
◆G. H. **Turner***, general manager (membre de la section anglaise et rapporteur);
◆T. G. **Clayton**, waggon and carriage superintendent;
◆S. W. **Johnson**, locomotive superintendent;
◆W. D. **Langdon**, telegraph superintendent;
◆J. A. **McDonald**, chief engineer;
◆H. H. **Spiller***, general continental agent (secrétaire rapporteur).

Caledonian Railway (1,676 k. [1,042 milles], 6 dél.).

J. C. **Bolton**, chairman;
◆The Marquess of **Breadalbane***, K. G., director (membre de la section anglaise);
◆J. C. **Bunten**, director;
◆Sir W. W. **Hozier**, Bart., director;
Sir Robert **Jardine**, Bart., director;
Wm. **McEwan**, M. P., director;
The Hon. G. R. **Vernon**, director;
◆James **Thompson***, general manager (membre de la section anglaise).

[illegible] milles], 6 dél.).

[illegible] membre de la section anglaise);

[illegible] manager;

[illegible] intendent;

[illegible] (1,505 k. [935 milles], 6 dél.).

[illegible] W. L. **Jackson**, M. P., chairman;

[illegible] deputy chairman;

[illegible] **Fairbairn***, director (membre du comité de direction de la Commission internationale [illegible] de la section anglaise du Congrès);

[illegible] **Fison**, director;

[illegible] **Wigram**, director;

◆[illegible] Henry **Oakley***, general manager (membre de la section anglaise);

◆R. **Johnson**, engineer;

◆P. **Stirling**, locomotive engineer;

◆R. H. **Twelvetrees***, chief goods manager (rapporteur).

London and South Western Railway (1,416 k. [880 milles], 5 dél.):

◆W. S. **Portal***, chairman (membre de la section anglaise);

◆Lt. col. the Hon. H. W. **Campbell**, deputy chairman;

Captain J. G. **Johnston**, director;

A. **Scott**, director;

◆Sir Charles **Scotter***, general manager (membre de la section anglaise);

◆C. J. **Owens**, chief goods manager;

◆E. **Andrews**, resident engineer.

Lancashire and Yorkshire Railway (1,094 k. [680 milles], 5 dél.):

◆G. J. **Armytage***, chairman (membre de la section anglaise);

◆W. **Tunstill**, deputy chairman;

◆H. **Bright**, director;

◆J. H. **Stafford**, general manager;

◆J. A. F. **Aspinall***, chief mechanical engineer (rapporteur);

◆C. W. **Bayley**, secretary;

◆Wm. **Hunt***, chief engineer (rapporteur);

◆W. B. **Worthington** assistant engineer.

Manchester Sheffield and Lincolnshire Railway (1,014 k. [630 milles], 5 dél.):

The Right Hon. the Earl of **Wharncliffe**, chairman;

◆Edward **Chapman**, deputy chairman;

◆J. **Maclure***, M. P., director (membre de la section anglaise);

◆William **Pollitt**, general manager;

◆Harry **Pollitt**, locomotive engineer;

◆Sir Douglas **Fox**.

Great Southern and Western Railway (975 k. [606 milles], 4 dél.):

◆J. C. **Colvill***, chairman (membre de la section anglaise);

◆Kennett **Bayley**, engineer in chief;

◆Robert G. **Colhoun**, traffic manager;
◆Henry A. **Ivatt**, locomotive engineer.

Great Northern Railway (Ireland) (842 k. [523 milles], 4 dél.):

◆James **Gray**, chairman;
◆Thomas **Robertson**, general manager;
W. H. **Mills**, chief engineer;
◆Henry **Plews**, secretary.

Glasgow and South Western Railway (771 k. [481 milles], 4 dél.):

◆Sir Renny **Watson**, chairman;
David **Guthrie**, deputy chairman;
◆David **Cooper**, general manager;
◆William **Melville**, civil engineer.

London, Brighton and South Coast Railway (767 k. [477 milles], 4 dél.):

◆The Right Hon. Lord **Cottesloe**, deputy chairman;
◆R. **Jacomb-Hood**, director;
◆The Right Hon. Sir Arthur **Otway***, Bart., director (membre de la section anglaise);
◆Allen **Sarle**, secretary and general manager;
◆Victor **Gerard***, continental traffic manager (secrétaire-rapporteur);

Midland Great Western of Ireland Railway (743 k. [462 milles], 4 dél.):

Sir Ralph Smith **Cusack**, chairman;
◆Captain Thomas James **Smyth**, director;
◆Joseph **Tatlow**, manager;
◆William George **Greene**, secretary.

Highland Railway (701 k. [436 milles], 4 dél.):

South Eastern Railway (679 k. [422 milles], 4 dél.):

◆Sir George **Russell***, Bart., M. P., chairman (membre de la section anglaise);
H. Cosmo O. **Bonsor**, M. P., deputy chairman;
The Right Hon. Lord **Hothfield**, director;
Col. J. J. **Mellor**, director;
◆Col. C. F. **Surtees**, director;
◆Sir Myles **Fenton***, general manager (membre de la section anglaise);
◆**Capt. Gye***, R. N., agent of the Company in Paris (secrétaire-rapporteur);
◆E. **Uytborck***, agent of the Company in Brussels (secrétaire-rapporteur).

Cambrian Railways (613 k. [381 milles], 4 dél.):

J. F. **Buckley**, chairman;
◆C. A. **Humphreys-Owen***, M. P., chairman of the Montgomeryshire County Council, director (rapporteur);
Lord Henry **Vane-Tempest**, director;
◆Alfred **Aslett**, secretary and general manager;
◆George **Owen**, engineer.

Great North of Scotland Railway (509 k. [316 milles], 4 dél.):

◆The Earl of **Kintore**, director;
◆W. **Moffatt**, general manager;
◆Patrick M. **Barnett**, engineer in chief;
◆William **Pickersgill**, locomotive superintendent.

Waterford and Limerick Railway (451 k. [280 milles], 3 dél.) :

◆Percy B. **Bernard**, chairman;
◆Lord Arthur **Butler**, director;
◆John J. **Murphy**, secretary.

Belfast and Northern Counties Railway (401 k. [249 milles], 3 dél.):

Edward J. **Cotton**, general manager;
◆Bowman **Malcolm**, locomotive engineer,
◆Berkley D. **Wise**, civil engineer.

North Staffordshire Railway (309 k. [192 milles], 3 dél.):

Thomas **Salt**, chairman;
◆W. D. **Phillipps**, general manager;
◆J. G. **Crosbie-Dawson**, engineer;

Great Northern and Midland joint lines Committee (293 k. [182 milles], 3 dél.):

◆ Sir John **Fowler**, Bart., consulting engineer;
◆Henry **Johnson**, continental agent;
Lord de **Ramsey**, director Great Northern Railway.

London, Chatham and Dover Railway (285 k. [177 milles], 3 dél.,

◆J. S. **Forbes***, chairman (membre de la section anglaise);
◆Wm. **Forbes**, continental and traffic manager;
◆John **Morgan**, secretary;
◆Capt. **Churchward***, agent of the Company at Calais (secrétaire-rapporteur);
◆**Niessen***, agent of the Company at Cologne (secrétaire-rapporteur).

Furness Railway (274 k. [171 milles], 3 dél.):

◆Henry **Cook**, secretary and manager;
◆F. J. **Ramsden**, assistant manager;
Frank **Stileman**, engineer in chief.

Cheshire Lines Committee (220 k. [137 milles], 3 dél.):

F. P. **Cockshott**, superintendent of the line Great Northern Railway;
◆ J. M. **Cook**, excursion agent;
◆Colonel **Hutton**, director, Manchester, Sheffield and Lincolnshire Railway.

Taff Vale Railway (193 k. [120 milles] 3 dél.):

Arthur Edward **Guest**, chairman;
R. L. **Grant Vassall**, deputy chairman;
◆A. **Beasley**, general manager.

Great Northern and Great Eastern Railway Companies' joint Committee (190 k. [118 milles 3 dél.):

Sir Benjamin **Baker**, K. C. M. G., consulting engineer;
◆J. H. **Nettleship**, superintendent of the line Great Eastern Railway;
Frank C. **Shuttleworth**, director Great Northern Railway.

North London Railway (185 k. [115 milles], 3 dél.):

Oscar Leslie **Stephen**, chairman;
The Right Hon. David Robert **Plunket***, M. P., director (délégué du London and North Western Railway).
◆George Bolland **Newton**, general manager.

Midland and South Western Junction Railway (158 k. [98 milles], 3 dél.) :

◆W. E. Nicolson **Browne**, deputy chairman;
◆Sam. **Fay**, general manager;
◆Frank **Dawes**, solicitor.

Cork Bandon and South Coast Railway (151 k. [94 milles], 3 dél.) :

J. W. **Payne-Sheares**, J. P., chairman;
◆E. J O'.-B. **Croker**, general manager;
◆J. R. **Kerr**, C. E., permanent way engineer.

London Tilbury and Southend Railway (131 k. [81 milles], 3 dél.) :

◆Arthur L. **Stride**, member of the Institute of Civil Engineers, managing director;
◆H. Cecil **Newton**, secretary;
◆Thomas **Whitelegg**, locomotive superintendent.

Belfast and County Down Railway (123 k. [76 milles], 3 dél.) :

Thomas J. **Brittain**, secretary;
James **Pinion**, general manager;
George P. **Culverwell**, engineer.

Hull Barnsley and West Riding Junction Railway (118 k. [73 milles], 3 dél. :

◆Lt. col. Gerard **Smith**, chairman;
◆Vincent Walker **Hill**, general manager;
◆Matthew **Stirling**, locomotive engineer.

Rhymney Railway (116 k. [72 milles] 3 dél) :

◆John **Boyle**, chairman;
◆William **Austin***, deputy chairman (délégué du chemin de fer de l'Entre-Sambre-et-Meuse);
◆John Hudson **Smith**, director;
◆Cornelius **Lundie**, traffic manager.

Brecon and Merthyr Tydfil Junction Railway (109 k. [68 milles], 3 dél.) :

◆Henry Francis **Slattery**, chairman;
William Bailey **Hawkins**, deputy chairman;
◆Herbert Rhys. **Price**, secretary.

East and West Junction and Stratford-upon-Avon, Towcester and Midland Junction Railway (105 k. [65 milles], 3 dél):

◆Thomas **Wilkins**, director;
◆William **Merrick**, general manager;
◆J. F. **Burke**, chief engineer.

Clogher Valley Railway (83 k. [52 milles], 2 dél.) :

◆Hugh de Fellenberg **Montgomery**, J. P. D. L., deputy chairman;
◆William **Irwin**, general manager.

Metropolitan Railway (83 k. [52 milles], 2 dél.) :

J. **Bell**, managing director;
G. H. **Whissell**, secretary.

Neath and Brecon Railway (64 k. [40 milles], 2 dél.) :

◆John Evan **Griffith**, general manager;
◆Charles **Talbot**, secretary and accountant.

Metropolitan District Railway (63 k. [39 milles], 2 dél.) :

◆ALFRED **Powell**, manager;
◆GEORGE **Estall**, engineer and locomotive superintendent.

Tralee and Dingle Light Railway (60 k. [37 milles], 2 dél.) :

◆R. A. **Parkes**, manager;
◆GEORGE E. A. **Hickson**, engineer.

Isle of Man Railway (56 k. [35 milles], 2 dél.) :

◆G. H. **Wood**, secretary and general manager;
◆A. W. **Rixon**, solicitor.

Wrexham Mold and Connah's Quay Railway (56 k. [35 milles], 2 dél.) :

The Right Hon. HERBERT **Gladstone**, M. P.;
STUART **Wortley**, Q. C., M. P.

Manchester, Sheffield and Lincolnshire and Midland Railway Joint Committee (51 k. [32 milles] 2 dél.).

GEORGE E. **Paget**, chairman Midland Railway;
◆ALEXANDER **Henderson**, director Manchester, Sheffield and Lincolnshire Railway.

Barry Railway (47 k. [29 milles], 2 dél.) :

◆THOMAS ROE **Thompson**, director;
◆RICHARD **Evans**, manager.

Rhondda and Swansea Bay Railway (45 k. [28 milles], 2 dél.):

Sir JOHN J. **Jenkins**, chairman;
Morgan B. **Williams**, deputy chairman.

Liverpool Overhead Railway (10 k [6 milles], 2 dél.):

◆G. H. **Robertson**, director;
◆S. B. **Cottrell**, M. Inst. C. E., general manager and engineer.

Mersey Railway (6 k. [4 milles], 2 dél.) :

ALBERT GEORGE **Kitching**, chairman;
◆FRANCIS **Fox**, director.

City and South London Railway (5 k. [3 milles], 2 dél.):

◆THOMAS C. **Jenkin**, general manager;
◆BASIL **Mott**, engineer.

B. — Empire des Indes et Colonies (India and Colonies).

East Indian Railway (2,927 k. [1,819 milles], 8 dél.) :

◆Lieutenant-general R. **Strachey**, R. E., C. S. I., L. L. D., chairman;
BAZETT W. **Colvin**, deputy chairman;
Sir JAMES L. **Mackay**, K. C. S. E., director;
Sir ALEXANDER M. **Rendel**, K. C. S. E., consulting engineer;
◆W. S. **Rendel**, consulting engineer;
◆ F. E. **Robertson**, C.S.E., chief engineer;
◆ J. M. **Rutherford**, general traffic manager;
H. C. **Arbuthnott**, locomotive assistant to consulting engineer.

Atlantic and Lake Superior Railway (1,778 k. [1,105 milles], 6 dél.) :

◆Chas. Newhouse **Armstrong**, managing director ;
◆Edgar N. **Armstrong**, secretary;
◆Wm. **Burnside**, agent general for the United Kingdom.

Bengal and North Western Railway (1,217 k. [716 milles], 5 dél.) :

Lieut.-General C. H. **Dickens**, C. S. I., chairman;
◆D. J. **Robertson**, deputy chairman;
G. **Christian**, director;
G. W. **Allen**, C. I. E., director;
◆Lieut.-Colonel E. L. **Marryat**, secretary.

Quebec Central Railway (246 k. [153 milles], 3 dél.) :

◆Edward **Dent**, president ;
◆Edmund **Etlinger**, director;
◆Alexander **Bremner**, director.

Victoria Sidney Esquimaux and Nanaimo Railway of Canada (159 k. [99 milles], 3 dél.) :

Lieut.-col. **Kane**, agent general.

Victoria Government Railways (4,312 k. [2,679 milles], 8 dél.).

Cape Government Railways (3,988 k. [2,478 milles], 8 dél.).

New South Wales Government Railways (4,073 k. [2,531 milles], 8 dél.) :

◆Edward Miller Gard **Eddy***, Chief Commissioner of the New South Wales Government Railways (délégué du gouvernement de la Nouvelle Galles du Sud).
◆Paul Bedford **Elwell**, electrical engineer of the New South Wales Government Railways.

New Zealand Government Railways (3,008 k. [1,869 milles], 8 dél.).

South Australia Government Railways (2,680 k. [1,666 milles], 8 dél.).

Tasmania Government Railways (676 k. [420 milles], 4 dél.).

Natal Government Railways (639 k. [397 milles], 4 dél.).

Grèce (Greece).

Chemins de fer de Pirée-Athènes-Péloponèse (553 k., 4 dél.) :

◆Aug. **Gillon**, ingénieur;
Const. D. **Nicolaidi**, ingénieur;
◆Arthur **Alvim***, ingénieur (délégué du chemin de fer Central de la République des États-Unis du Brésil).

Chemins de fer de Thessalie (204 k., 3 dél.).

Chemins de fer d'Attique (76 k., 2 dél).

Italie (Italy).

Chemins de fer Méridionaux (réseau de l'Adriatique) (5,513 k., 8 dél) :

Borgnini*, ingénieur, directeur général (membre de la Commission internationale du Congrès);
◆Le baron Charles de **Bottini**, ingénieur, chef du secrétariat général;
Charles **Ricchiardi**, ingénieur, chef de division au service de la traction ;

◆Louis **Alzona**, ingénieur, chef du service du mouvement et du trafic;
◆Ansano **Cajo**, ingénieur, chef du service de l'entretien;
◆Henry **Plancher**, ingénieur, sous-chef du service du matériel;
◆Henry **Cairo**, ingénieur, chef de division au service du mouvement et du trafic;
◆ Victor **Bavastro**, inspecteur central, agent commercial à l'étranger;
◆Eugène **Randich**, ingénieur, chef de section principal au service de l'entretien.

Chemins de fer de la Méditerranée (5,225 k., 8 dél.) :

Massa*, ingénieur, directeur général (membre de la Commission internationale du Congrès);
Ratti, ingénieur, vice-directeur général;
◆**Kossuth**, ingénieur, directeur de l'exploitation du deuxième compartiment;
◆**Mantegazza**, ingénieur, directeur de l'entretien;
◆**Frescot**, ingénieur, directeur du matériel;
◆**Cornetti**, ingénieur, chef de la traction du premier compartiment;
◆**Lampugnani***, chef du trafic et du mouvement du premier compartiment (membre de la Commission internationale du Congrès);
◆Jean **Ferrari**, ingénieur, chef de l'entretien du deuxième compartiment;
◆**Colombo**, ingénieur, chef de division à la direction générale;
◆E. **Braschi**, chef du contentieux.

◆**Scolari***, docteur en droit, chef de division à la direction générale (rapporteur);
◆**Rocca***, ingénieur, inspecteur de la direction générale (rapporteur);
◆**Zanotta***, ingénieur, chef de section au service de l'entretien, surveillance et travaux (rapporteur).

Chemin de fer de la Sicile (1,010 k., 5 dél.);

◆Roberto **Varvaro**, administrateur;
Letterio **Bonanno**, administrateur;
◆Le comte **Miglioretti**, administrateur;
◆Enrico **Scialoja**, secrétaire général du conseil d'administration;
◆Charles **Grillo**, commissaire de la Société.

Chemins de fer sardes (413 k., 3 dél.) :

◆Epaminonda **Segré**, administrateur;
◆Francis George **Whitwham**, administrateur;
◆Luigi **Conti Vecchi**, ingénieur, directeur.

Chemins de fer du Tessin (265 k., 3 dél.) :

Édouard **Despret***, président (délégué du chemin de fer de l'Est belge);
◆Ulisse **Hennebuisse**, directeur de l'exploitation;
◆Joseph **Carlier**, ingénieur.

Chemin de fer du Nord de Milan (227 k., 3 dél.) :

◆A. **Vaucamps**, administrateur;
◆Charles **Thonet**, ingénieur, directeur;
◆César **Rognoni**, ingénieur, inspecteur du service des voies et travaux.

Chemins de fer de la Sicile occidentale (*Palerme-Marsala-Trapani*) (200 k., 3 dél.) :

◆Félix **Karo**, administrateur;
◆G. **Robbo**, administrateur délégué;
◆Jules **Cottrau**, chef du secrétariat.

Chemins de fer secondaires de la Sardaigne (600 k., 4 dél.).

◆Eugène **Pollone**, secrétaire d'administration ;
◆Charles **Busser**, ingénieur des constructions ;
◆Victor **Franzi**, ingénieur des constructions ;
◆Carlo **Esterle**, ingénieur, inspecteur.

Société vénitienne pour entreprises et constructions publiques (572 k., 4 dél.) :

◆Enrico **Cavo**, avocat, administrateur ;
◆Bartholomeo **Loleo**, avocat, administrateur ;
Ferdinando **Locatello**, ingénieur, directeur de l'exploitation.

Chemin de fer de l'Apennin central (135 k., 3 dél.) :

◆Auguste **Moyaux**, administrateur délégué ;
◆Albéric **Van Overbeke**, ingénieur principal ;
Léon **Moyaux**, ingénieur.

Chemin de fer de Suzzara-Ferrara (80 k., 2 dél.) :

◆A. **Spasciani**, ingénieur, président ;
◆Achille **Zavanella**, ingénieur, administrateur.

◆**Terzi***, directeur (rapporteur).

Chemin de fer de Reggio-Emilia (71 k., 2 dél.) :

◆Le Dr Antonio **Toso**, administrateur ;
◆Vittorio **Rol**, administrateur.

Chemin de fer de Sassuolo-Modena-Mirandola e Finale (69 k., 2 dél.) :

◆Leonardo **Loria**, ingénieur, administrateur ;
◆Pacifico **Levi**, avocat, secrétaire du conseil.

Chemins de fer secondaires romains (67 k., 2 dél.) :

◆Guilio **Navone**, avocat, administrateur ;
◆Giovanni **Strambio de Castillia**.

Chemins de fer économiques de Bari-Barletta et extensions (65 k., 2 dél.) :

C. **Blanchart**, ingénieur, secrétaire ;
◆J. **Borel**, ingénieur, directeur.

Chemin de fer de Crémone-Mantoue (63 k., 2 dél.).

Chemin de fer Central et tramways du Canavèse (59 k., 2 dél.) :

◆Adolphe **Pellegrini**, ingénieur, administrateur délégué.

Chemin de fer de Turin-Pignerol-Torre-Pellice (55 k., 2 dél.) :

◆**Cassinis**, ingénieur ;
◆**Pucci-Bandana**, ingénieur.

Chemin de fer de Naples-Ottaiano (50 k., 2 dél.) :

◆Antonio **Gattoni**, administrateur ;
◆Angelo **Basevi**, ingénieur, administrateur.

Chemin de fer de Chivasso à Ivrea (33 k., 2 dél.) :

◆Melchior **Pulciano**, ingénieur ;
◆Prosper **Peyrou**, ingénieur

Chemin de fer de Modena Vignola (26 k., 2 dél.) :

◆Angelo **Guastalla**, avocat, président, administrateur délégué;
◆Emile **Greiner**, administrateur.

Chemin de fer de Colle de Val d'Elsa Poggibonsi (8 k., 2 dél.) :

Vittorio **Finzi**, président;
◆Fernand **Courtois**, administrateur.

Tramways à vapeur interprovinciaux de Milan-Bergame-Crémone (164 k., 3 dél.) :

Isaac **Stern**, administrateur;
◆**Maes**, ingénieur, directeur du chemin de fer de Valle Seriana et du tramway de Bergame-Soncino;
◆**Marsal**, ingénieur, directeur des chemins de fer économiques du Biellais.

Tramways à vapeur piémontais (160 k., 3 dél.) :

◆Charles **Dupuich**, administrateur;
◆Georges **Sassen**, directeur gérant;
◆Gustave **Boty**, ingénieur.

Société anonyme nationale de tramways et de chemins de fer (136 k., 3 dél.) :

Le baron Constanzo **Cantoni**, président;
J. **Rusconi-Clerici**, ingénieur, administrateur;
◆Adolphe **Nathan**, ingénieur.

Tramway à vapeur de Biella à Vercelli (112 k., 3 dél.) :

◆Valère **Mabille**, président;
◆Henry **Sépulchre**, inspecteur général;
◆Charles **Roberti**, secrétaire de l'inspection générale.

Tramways siciliens (71 k., 2 dél.) :

Lucien **Guinotte**, sénateur, président;
◆**Ropsy-Chaudron**, administrateur.

Tramways et chemins de fer économiques de Rome, Milan, Bologne, etc. (69 k., 2 dél.) :

Emile **Steens**, administrateur délégué;
◆Léon **Vankeerberghen**, administrateur.

Tramways à vapeur de la province d'Alexandrie (69 k., 2 dél.) :

◆Gustave **Melotte**, administrateur;
◆Aimé **Pacco**, ingénieur, administrateur.

Tramways de Turin (65 k., 2 dél.) :

◆J. **Jacobs**, ingénieur, président, administrateur de la Société générale de chemins de fer économiques;
◆Arthur **Gruslin**, ingénieur, directeur.

Tramways à vapeur de la province de Turin (62 k., 2 dél.) :

◆Guido **Bollero**, administrateur;
◆Paul **Amoretti**, directeur.

Tramways à vapeur des provinces de Vérone et Vicence (57 k., 2 dél.) :

◆J. B. **Alessi**, administrateur;
◆E. **Wallaert**, administrateur.

Tramways de la province de Florence (45 k., 2 dél.) :

◆Cesare **Cesaroni**, administrateur;
◆Alessandro **Panzarasa**, ingénieur électricien.

Tramways florentins (44 k., 2 dél.) :

◆Le baron Albert de **Fierlant**, ingénieur, chef de service de l'exploitation à la Société générale de chemins de fer économiques;
◆Albert **Van der Straeten**, ingénieur, chef de service des voies et travaux à la Société générale de chemins de fer économiques.

Tramways à vapeur et chemins de fer économiques de la province de Pise (41 k., 2 dél.) :

◆F. Benedetto **Rognetta**, ingénieur, lieutenant-colonel d'artillerie, président;
◆Emile **Rognetta**, avocat, secrétaire de la présidence.

Tramways napolitains (15 k , 2 dél.) :

◆C. **Bricourt**, administrateur;
◆E. **Vilers**, directeur.

Union des chemins de fer italiens d'intérêt local (522 k., 4 dél.) :

◆Ambrogio **Campiglio***, président (membre de la Commission internationale du Congrès);
Pesaro, vice-président du chemin de fer Suzzara-Ferrara, membre du comité de l'Union;
◆**Camis**, ingénieur, membre du comité;
Auguste **Ferrari**, président du chemin de fer de Novara-Seregno.

Association des tramways italiens (500 k., 3 dél.) :

G. **Bianchi**, ingénieur, président;
◆E. **Radice**, ingénieur, vice-président;
◆J. G. **Kessels**, ingénieur, secrétaire général.

Luxembourg (Luxemburg).

Chemins de fer Guillaume-Luxembourg (257 k., 3 dél.) :

◆Tony **Dutreux***, administrateur (membre de la Commission internationale du Congrès);
◆Maurice **Letellier**, représentant de la Société à Luxembourg;
J. E. **Van de Wynckèle**, secrétaire du conseil.

Chemins de fer et Minières Prince Henri (163 k., 3 dél.) :

◆Jules **Wilmart**, administrateur;
J. B. **Dupont**, ingénieur, directeur;
E. **Diderich**, inspecteur chef de service.

Mexique (Mexico).

Chemin de fer de Hidalgo et Nord-Est (210 k., 3 dél.) :

Norvège (Norway).

◆*Chemins de fer de l'État* (1,510 kil., 6 dél.) :

◆C. **Pihl***, directeur pour le département de construction (délégué du gouvernement norvégien);
C. E. **Krefting***, directeur pour le département de l'exploitation (id.).

Chemin de fer de Christiania à Eidsvold (Norsk Hoved Jernbane) (68 k., 2 dél.).

Pays-Bas (Holland).

A. — Continent.

Chemins de fer de l'État néerlandais (Société pour l'exploitation des) (1,567 k , 6 dél.) :

J. H. **Nivel**, secrétaire ;
◆S. E. **Haagsma**, chef de division du service de la traction et du matériel ;
◆H. A. **Perk**, membre de la Commission militaire permanente des chemins de fer ;
◆H. **Spanjaard**, inspecteur principal.

Chemin de fer Hollandais (1,219 k., 5 dél.) :

R. VAN **Hasselt**, administrateur délégué ;
N. H. **Nierstrasz**, ingénieur, chef de l'exploitation ;
◆J. A. **Roessing van Iterson**, ingénieur en chef de la traction et du matériel ;
◆**De Bruyn**, ingénieur en chef des voies et travaux.

Chemin de fer Central néerlandais (102 k., 3 dél.) :

◆J. W. **Verloop**, ingénieur mécanicien.

Chemin de fer Brabant septentrional allemand (101 k., 3 dél.) :

J. M. **Voorhoeve**, président-directeur ;
J. B. **Zelis**, directeur.

Tramways néerlandais (94 k., 2 dél.) :

◆S. **Hamelink**, directeur ;
◆K. **Van Rijn**, commissaire.

Tramways à vapeur de Breskens-Maldegem (36 k., 2 dél.) :

◆**Gerritsen**, président ;
◆**Schotel**, commissaire.

B. — Colonies.

Chemins de fer de l'État aux Indes néerlandaises (1,147 k., 5 dél.)

Compagnie néerlandaise Sud-Africaine de chemins de fer (730 k., 4 dél.) :

R. W. J. C. VAN DEN **Wall Bake**, directeur ;
J. A. VAN **Kretschmar van Veen**, administrateur.

Chemins de fer des Indes néerlandaises (261 k., 3 dél.) :

◆G. F. **Lucardie**, administrateur.

Chemins de fer de l'Est de Batavia (57 k., 2 dél.).

Pérou (Peru).

Lima Railway (32 k. [19 1/2 milles], 2 dél.) :

◆Colonel LAWRENCE **Heyworth**, J. P., chairman and director ;
◆Sir HENRY **Cartwright**, J. P., director.

Perse (Persia).

Chemins de fer et tramways en Perse (9 k., 2 dél.) :

◆FERNAND **Guillon**, administrateur délégué ;
Gillet, chef de la comptabilité.

Portugal.

A. — Continent.

Chemins de fer de l'État (816 k., 4 dél.) :

◆Général José Joaquim de Paiva Cabral **Couceiro**, ingénieur inspecteur;
◆Le conseiller Joaquim Pires de **Souza Gomes**, ingénieur inspecteur;
◆Antonio José Antunes **Navarro**, ingénieur en chef de 1re classe;
◆Pedro Romano **Folque**, ingénieur en chef.

Chemins de fer portugais (Compagnie royale des) (1,023 k., 5 dél.) :

H. E. **Boyer**, administrateur, directeur;
Manuel A. d'**Espregueira**, ingénieur conseil;
Antonio de **Vasconcellos Porto**, ingénieur, chef de la construction;
◆Joao Ferreira de **Mesquita**, ingénieur adjoint du service du matériel et de la traction;
◆Antonio **Carrasco Bossa**, ingénieur adjoint du service de l'exploitation.

Chemin de fer de la Beira-Alta (253 k., 3 dél.) :

Henry **Durangel**, administrateur délégué;
Léon **Drouin***, inspecteur général (délégué du chemin de fer de Medina del Campo à Salamanca);
Le comte de **Gouvéa**, directeur.

Chemins de fer portugais (Compagnie nationale des) (101 k., 3 dél.) :

◆José Mesquita da **Rosa**, président;
◆Le Dr Antonio José **Gomes Lima**, directeur;
◆Manuel Emygdio da **Silva**, ingénieur conseil de la Compagnie.

B. — Colonies.

Chemins de fer de l'État (451 k., 3 dél.) :

◆Antonio Arthur da Costa Mendes de **Almeida**, capitaine du génie;
◆Angelo de **Sarrea Prado**, ingénieur civil;
◆Antonio Maria de **Avellar**, ingénieur civil.

Roumanie (Roumania).

Chemins de fer de l'État (2,399 k., 7 dél.) :

◆**Duca***, professeur à l'École des ponts et chaussées de Bucharest, directeur général (membre de la Commission internationale du Congrès, rapporteur et délégué du gouvernement roumain);
◆Ch. **Drago***, chef de service des ateliers et du matériel (délégué du gouvernement roumain);
◆A. **Gafenco***, chef de service (id.);
◆A. **Cottesco***, chef de service (id.);
◆C. **Manesco***, chef de service (id.);
◆A. **Saligny***, chef de service (id.).

Russie (Russia).

Chemins de fer de l'État : Lignes Sud-Ouest russes (2,920 k.); lignes de Saint-Pétersbourg à Varsovie (1,288 k.), Nicolas (645 k.), de Poléssié (1,507 k.), de Samara-Zlatoust et d'Orenbourg (1,504 k.), de Syzrane-Viazma (1,368 k.), de Libau-Romny (1,271 k.), de Catherine et de Donetz (1,216 k.), de Kharkov-Nicolaïev (1,099 k.), d'Oural (1,085 k.), de Transcaucase (1,047 k.), de la Baltique, de Pskov-

[illegible]

[illegible]

[illegible]

Chemins de fer de l'Etat de Finlande (2,098 k., 7 dél.)

◆**Nordman**, directeur de la traction;
◆**Frosterus**, sous-directeur de l'entretien;
◆**Niklander**, sous-directeur du trafic;
◆**Engström**, sous-directeur de la traction.

Chemin de fer militaire transcaspien (1,433 k., 5 dél.).

Chemins de fer Sud-Est russes.

Ligne Koslov-Voronège-Rostov (853 k., 4 dél.).
Ligne Griazi-Tsaritzyne (746 k., 4 dél.).
Ligne Orel-Griazi (308 k., 3 dél.).
Ligne de Livny (61 k., 2 dél.).

◆Basile **Wrédensky**, ingénieur, directeur-administrateur.

Chemins de fer de Riazane-Ouralsk.

Ligne de Riazane-Saratov) 832 k., 4 dél.) :

J. E. **Adadourov**, président;
M. P. **Verschowsky**, directeur;
M. P. **Fédoroff**, directeur;
W. P. **Zouroff**, directeur.

Ligne de Tambov-Kamichine (475 k., 3 dél.) :

A. A. **Pomeranzoff**, directeur-candidat;
N. N. **Isnav**, agent du service de commerce.

Ligne de Pokrovsk-Ouralsk (423 k., 3 dél.) :

◆D. P. **Kandaouroff**, gérant de la Compagnie;
K. N. **Lazarew-Stanistchew**, ingénieur en chef.

Ligne de Rtistchevo-Serdobksk et Atkarsk-Petrovsk (173 k., 3 dél.) :

A A. **Dobrowolski**, chef de l'exploitation;
S. W. **Ignatius**, chef du bureau technique.

Chemin de fer de Kiev-Voronège (1,768 k., 6 dél.) :

N. L. **Markoff**, président;
A. J. **Ghennert**, administrateur;
◆S. A. **Erine**, administrateur;
J. A. **Likhatchev**, administrateur suppléant et chef du service commercial;
◆S. J. **Sack**, ingénieur technologue;
◆D. S. **Ivachinzoff**, agent de la Société.

Chemins de fer de Vladicaucase (1,298 k., 5 dél.) :

◆S. **Kerbedz**, ingénieur, président;
◆R. **Salomé**, ingénieur, chef du bureau d'exploitation;
◆D. **Okoulitch**, ingénieur, chef de l'exploitation;
◆S. **Tchervinsky**, ingénieur, directeur des ateliers mécaniques;
V. **Goloubieff**, ingénieur.

Chemins de fer de Moscou-Brest (1,100 k., 5 dél.) :

◆**Krapiffka**, président;
Warschavsky, administrateur;
◆Emile **Danischewski**, chef de division du commerce et de l'exploitation;

◆**Liamine**, ingénieur des voies de communication, ingénieur en chef;
◆**Pschenetzky**, ingénieur technologue, adjoint du chef de traction.

Chemins de fer de Moscou-Jaroslav et Arkhangelsk (623 k., 4 dél.):

Sava **Mamontoff**, président;
Semen Petrovitch **Tchocoloff**, ingénieur de la construction.

Chemin de fer de Varsovie-Vienne (542 k., 4 dél.) :

◆Etienne **Zielinski**, ingénieur, administrateur;
◆Alexandre **Wasiutynski**, ingénieur attaché à la direction;
◆Adam **Szawtowski**, sous-chef du mouvement;
◆Louis **Woyno**, sous-chef du service de la traction.

Chemins de fer de la Vistule (541 k., 4 dél.):

◆**Kozlowski**, vice-président;
◆**Sendzikowski**, ingénieur, administrateur directeur;
◆**Olkhine**, conseiller privé, administrateur directeur;
◆**Daragane**, ingénieur, directeur de l'exploitation.

Chemins de fer de Dombrova-Ivangorod (487 k., 3 dél.) :

◆Jean de **Bloch**, conseiller d'État actuel, président;
Vladimir de **Lachtin**, conseiller d'État, ingénieur, directeur;
◆Stanislas **Olszewski**, ingénieur.

Chemins de fer de Fastov (304 k , 3 dél.) :

◆L. I. **Poliakoff**, directeur;
I. W. **Drury**, directeur;
◆I. I. **Gorowitz**, secrétaire général de la direction.

Chemins de fer de Rybinsk-Bologoë (300 k., 3 dél.) :

Alexandre de **Pourgold**, conseiller privé;
◆Jacques **Outine**, conseiller privé;
◆Constantin de **Yastchembski**, administrateur directeur.

Chemins de fer de Moscou-Kazane (248 k., 3 dél.) :

◆Alexandre de **Meck**, directeur.

Chemins de fer de Chouia-Ivanovo (204 k., 3 dél.).

Chemins de fer de Novgorod (168 k., 3 dél.) :

Paul de **Tanciev**, président;
Alexandre de **Kozlovski**, administrateur;
◆Henri de **Svientzitzki**, conseiller d'État, ingénieur, directeur.

Chemins de fer de Novotorchok (137 k., 3 dél.).

Chemins de fer de Saint-Pétersbourg-Irinorska (37 k., 2 dél.).

Chemins de fer de Borga-Kervo (33 k., 2 dél.) :

C. G. **Standertskjöld**, ingénieur, directeur-président;
C. G. **Sanmark**, surintendant de l'Administration des industries de Finlande, directeur.

Chemin de fer de Lodz (28 k., 2 dél.) :

◆Jean de **Bloch***, conseiller d'État actuel, président (délégué des chemins de fer de Dombrova-Ivangorod);
◆Eugène **Kucharski**, chef du contrôle.

Chemin de fer de la ville de Kiev (23 k., 2 dél.) :

Brodsky, administrateur.

Chemin de fer de Tsarskoé-Sélo (26 k., 2 dél.) :

Léon **Warschawsky**, administrateur.

Première Société des chemins de fer secondaires en Russie (160 k., 3 dél.) :

Boleslas **Jalovietsky**, ingénieur des voies de communication;
Théodore **Yénakieff**, ingénieur des voies de communication;
◆A. **Nikitine**, ingénieur en chef.

Tramways d'Odessa (20 k., 2 dél.) :

◆P. **Hammelrath**, ingénieur, secrétaire du conseil d'administration;
◆Eugène **Bourson**, ingénieur.

Tramways de Moscou (9 k., 2 dél.) :

J. A. **Likhatchev***, administrateur (délégué du chemin de fer de Kiev-Voronège);
◆Fr. **Knauff**, administrateur.

Serbie (Servia).

Chemins de fer de l'Etat (540 k., 4 dél.) :

◆Milivoie **Yossimovitch***, inspecteur général (délégué du gouvernement serbe).

Suède (Sweden).

Chemins de fer de l'Etat (3,127 k., 8 dél.) :

◆Le comte Rodolphe **Cronstedt***, directeur général (délégué du gouvernement suédois);
◆Fredrik **Almgren***, administrateur (membre de la Commission internationale du Congrès, délégué du gouvernement suédois);
◆Victor **Klemming**, inspecteur du matériel;
◆A. **Roos**, ingénieur en chef consultant des travaux de la voie;
◆Herman **Johansson**, ingénieur des études du matériel;
◆C. P. **Sandberg**, ingénieur consultant de la voie.

Chemins de fer de Norsholm-Westervik-Hultsfred (184 k., 3 dél.) :

◆Major P. **Petersson**, ingénieur des ponts et chaussées;
Capitaine A. G. **Stahle**, ingénieur des ponts et chaussées.

Chemin de fer de Nassjö-Oskarshamn (146 k., 3 dél.) :

◆Fred. **Goslett**, directeur général.

Chemins de fer de Nora-Karlskoga (130 k., 3 dél.) :

◆C. **Collett**, ingénieur en chef, chef de l'exploitation.

Chemins de fer de Fröví-Ludvika et Banghammar-Kloten (120 k., 3 dél.) :

◆John **Johnson**, ingénieur, directeur général.

Chemin de fer de Palsboda-Finspong et Finspong-Norsholm (85 k., 2 dél.) :

◆ Oscar **Kamph**, ingénieur civil, chef de l'exploitation.

Suisse (Switzerland).

Chemins de fer du Jura-Simplon (1,052 k., 5 dél.) :

◆ Émile **Colomb**, directeur.

Chemin de fer Central suisse (394 k., 3 dél.) :

W. **Heusler**, vice-président du comité de direction;
J. **Mast**, membre du comité de direction;
J. **Flury**, membre du comité de direction.

Chemin de fer du Gothard (266 k., 3 dél.) :

Stoffel, président de la direction;
◆ **Dietler***, vice-président de la direction (membre de la Commission internationale du Congrès).

Chemin de fer suisse du Seethal (46 k., 2 dél.).

Chemin de fer à crémaillère de Viège à Zermatt (35 k., 2 dél.) :

◆ Ernest **Correvon**.

Chemin de fer d'Yverdon à Sainte-Croix (24 k., 2 dél.) :

◆ Ernest **Correvon***, vice-président (délégué du chemin de fer de Viège à Zermatt);
◆ John **Landry**, administrateur.

Chemin de fer de la Vallée de Birsig (13 k., 2 dél.) :

E. **Probst-Lotz**, président;
◆ Arnold **Gysin**, ingénieur, directeur de l'exploitation.

Chemin de fer de Glion aux Rochers de Naye (8 k., 2 dél.) :

◆ Georges **Masson**, président;
◆ Ami **Chessex**, vice-président.

Chemin de fer électrique de Sissach-Gelterkinden (3 k., 2 dél.).

Chemin de fer de Lausanne-Ouchy (2 k , 2 dél.) :

◆ J. J. **Mercier de Molin**, vice-président;
◆ E. **Francillon**, administrateur.

Chemin de fer funiculaire de Territet-Glion (1 k., 2 dél.).

◆ Auguste **Dupraz**, avocat, administrateur;
◆ Alexandre **Emery**, administrateur.

Tunisie (Tunis).

Chemin de fer Rubattino (Tunis-Bardo-La Goulette-Marsa (42 k., 2 dél.) :

◆ Le Prince Ruffo **Scilla**, administrateur;
◆ Francesco **Martorelli**, ingénieur, inspecteur général des chemins de fer italiens en retraite, gérant de la Société.

Turquie (Turkey).

Chemins de fer orientaux (Compagnie d'exploitation des) (1,264 k., 5 dél.) :

MAURICE **Bauer**, administrateur, membre du Comité de direction;
CHARLES **Morawetz**, administrateur;
◆**J. Goldberg**, ingénieur, secrétaire général;
◆Le Dr G. DE **Adler**, conseil légal.

Chemins de fer ottomans de Beyrouth-Damas-Hauran (250 k., 3 dél.) :

◆**Allain-Launay***, administrateur (délégué du chemin de fer de Bône-Guelma)
◆**D. Pérouse**, ingénieur en chef des ponts et chaussées;
◆**Weisgerber**, ingénieur en chef des mines.

Uruguay.

Midland Uruguay railway (315 k. [196 milles], 3 dél.) :

◆**C. G. Mott***, chairman (délégué du Great Western Railway);
◆HON. J. C. **Farrer**, director;
◆Sir WM. L. **Young**, Bart., director.

Venezuela.

Chemins de fer vénézuéliens (Compagnie française des) (60 k., 2 dél.) :

◆ALBERT **Reynaud**, administrateur.

TABLE ALPHABÉTIQUE

DES DÉLÉGUÉS

AVEC INDICATION DES SECTIONS
AUX TRAVAUX DESQUELLES ILS ONT PRIS PART

ALPHABETICAL INDEX

OF DELEGATES

INDICATING THE SECTIONS
THEY ATTENDED

N. B. — L'absence est marquée par trois points (...) dans la dernière colonne. (... in the last col. means that the delegate was not present.)

NUMÉRO D'ORDRE. (NUMBER.)	NOM. (NAME.)	ADMINISTRATION DÉLÉGANTE. (DELEGATED BY.)	SECTIONS.
1	ABELES (Sigismond). . .	Chemins de fer de l'État (Hongrie) . . .	2
2	ABRAMSON (Arthur D') . .	Chemins de fer de l'État (lignes Sud-Ouest) (Russie)	1 & 5
3	ACWORTH (W. M.) . . .	Section anglaise	5
4	ADADOUROV (J. E.) . . .	Chemins de fer de Riazane-Ouralsk (ligne de Riazane-Saratov) (Russie)	...
5	ADDICKS (W. H.). . . .	Pittsburgh and Western Railway (États-Unis d'Amérique)	1 & 2
6	ADDISON (Major G. W.). .	Ministère du Commerce (*Board of Trade*) (Royaume uni de Gr.-Bret. et d'Irlande).	1, 2, 3, 4 & 5
7	ADLER (le Dr G. DE). . .	Compagnie d'exploitation des chemins de fer orientaux (Turquie).	4
8	AGNELLET	Chemin de fer du Nord (France). . . .	1 & 4
9	ALESSI (J. B.)	Tramways à vapeur des provinces de Vérone et Vicence (Italie)	5
10	ALFONSKY (Nicolas). . .	Chemins de fer de l'État (ligne de Transcaucase) (Russie)	1
11	ALLAIN-LAUNAY	Chemins de fer ottomans de Beyrouth Damas-Hauran (Turquie) et Chemins de fer de Bône-Guelma (Algérie). . . .	4
12	ALLEN (E. G.)	New York, New Haven, and Hartford Railway (États-Unis d'Amérique)	3
13	ALLEN (G. W)	Bengal and North Western Railway (Empire des Indes)	...
14	ALLEN (H. C)	Buenos-Ayres Great Southern Railway (République Argentine).	1, 2, 3 & 4
15	ALLEN (T. J.)	Great Western Railway (Grande-Bretagne).	3 & 4
16	ALLEN (William F.). . .	American Railway Association (Etats-Unis d'Amérique)	3 & 4
17	ALMEIDA (Antonio Arthur da Costa Mendes DE).	Chemins de fer de l'État dans les colonies (Portugal)	1

NUMÉRO D'ORDRE. (NUMBER.)	NOM. (NAME.)	ADMINISTRATION DÉLÉGANTE. (DELEGATED BY.)	SECTIONS.
18	ALMEIDA D'EÇA (Bento Fortunato de Moura Continho D').	Ministère des travaux publics, du commerce et de l'industrie (Portugal)	1
19	ALMGREN (Fredrik) . . .	Commission internationale du Congrès et Ministère de l'intérieur (Suède). . . .	2
20	ALT (William John). . .	Brazil Great Southern Railway (Brésil). .	1
21	ALVIM (Arthur)	Chemin de fer Central de la République des États-Unis du Brésil (Brésil) et chemin de fer Pirée-Athènes-Péloponèse (Grèce).	1
22	ALZONA (Louis)	Chemins de fer Méridionaux (réseau de l'Adriatique) (Italie).	3 & 4
23	AMIOT.	Chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée (France)	4
24	AMORETTI (Paul) . . .	Tramways à vapeur de la province de Turin (Italie)	2 & 5
25	ANCION (A.)	Chemin de fer de Termonde à Saint Nicolas (Belgique)	5
26	ANDREWS (E)	London and South Western Railway (Grande-Bretagne).	1
27	ANGULO (Rafael). . . .	Chemin de fer du Nord de l'Espagne . .	...
28	ANTOCHINE (Nicolas) . .	Administration centrale des chemins de fer de l'État (Russie)	2 & 3
29	ARAMBURU Y PELAYO (Manuel DE).	Chemins de fer de Tarragone à Barcelone et à la France (Espagne)	...
30	ARBUTHNOTT (H. C.) . .	East Indian Railway (Grande-Bretagne et colonies)	...
31	ARMSTRONG (Charles Newhouse).	Atlantic and Lake Superior Railway (Canada).	4
32	ARMSTRONG (Edgar N.). .	Atlantic and Lake Superior Railway (Canada).	3
33	ARMYTAGE (G. J.) . . .	Section anglaise et Lancashire and Yorkshire Railway (Grande-Bretagne)	1 & 2
34	ASLETT (Alfred). . . .	Cambrian Railways (Grande-Bretagne) . .	1, 2, 3, 4 & 5
35	ASPINALL (J. A. F.). . .	Lancashire and Yorkshire Railway (Grande-Bretagne).	1 & 2
36	AST (Wilhelm)	Chemins de fer du Nord Empereur Ferdinand (Autriche)	1 & 3
37	AUCOC.	Chemin de fer du Midi (France)	4
38	AUMONT	Chemin de fer du Nord (France). . . .	1 & 4
39	AUSTIN (William) . . .	Rhymney Railway (Grande-Bretagne) et chemin de fer de l'Entre-Sambre-et-Meuse (Belgique)	5
40	AUVERT	Chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée (France)	2
41	AUZOUY	Ministère des travaux publics (France) . .	...
42	AVELLAR (Antonio Maria) .	Chemins de fer de l'État dans les colonies (Portugal)	1 & 5
43	BAEYENS (Ferdinand) . .	Chemin de fer du Nord de la Belgique . .	...
44	BAÏDAC (Nicolas). . . .	Chemins de fer de l'État (ligne de Kharkov-Nicolaïev) (Russie)	2 & 4
45	BAILLET	Chemin de fer de Chimay (Belgique) . .	...
46	BAINES (R. Campbell) . .	Central Argentine Railway (République Argentine)	4
47	BAIRD (J. G. A.). . . .	North British Railway (Grande-Bretagne).	...
48	BAKER (sir Benjamin) . .	Great Northern and Great Eastern Railway Companies' Joint Committee (Grande-Bretagne).	...

NUMÉRO D'ORDRE. (NUMBER.)	NOM. (NAME.)	ADMINISTRATION DÉLÉGANTE. (DELEGATED BY.)	SECTIONS.
49	BALFOUR OF BURLEIGH (The Right Hon. Lord).	Ministère du Commerce (*Board of Trade*) (Royaume uni de Gr.-Bretagne et d'Irlande)	1, 2, 3, 4 & 5
50	BARABANT	Commission internationale du Congrès et Chemins de fer de l'Est (France) . . .	3 & 4
51	BARAT (T.)	Chemins de fer du Nord de l'Espagne . .	...
52	BARDANY (le Chevalier Max Bram von).	Chemins de fer du Sud de l'Autriche. . .	...
53	BARDOUX	Chemins de fer de Paris à Orléans (France).	4
54	BARELLA (Dr Léopold) . .	Chemin de fer de Tournai à Jurbise et de Landen à Hasselt (Belgique)	4
55	BARNES (D. L.)	Los Angeles Terminal Railway (États-Unis d'Amérique)	...
56	BARNETT (Patrick M.) . .	Great North of Scotland Railway (Grande-Bretagne).	1 & 5
57	BARRY (J. Wolfe) . . .	North Eastern Railway (Grande-Bretagne).	1, 2, 3, 4 & 5
58	BARTHOU (Léon). . . .	Ministère des travaux publics (France) . .	...
59	BASEVI (Angelo). . . .	Chemin de fer de Naples-Ottaiano (Italie) .	5
60	BATCHMANOFF (Serge) . .	Chemins de fer de l'État (ligne de Poléssié) (Russie)	1 & 4
61	BATE (Major C. M'G.) . .	Ministère du commerce (*Board of Trade*) (Royaume uni de Grande-Bretagne et d'Irlande).	1, 2 & 5
62	BATTEN (J. W.)	Central Argentine Railway (République Argentine)	1, 2, 3, 4 & 5
63	BAUDRY	Chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée (France)	2
64	BAUER (Gustave). . . .	Chemin de fer de Madrid à Saragosse et à Alicante (Espagne)	...
65	BAUER (Maurice) . . .	Compagnie d'exploitation des chemins de fer orientaux (Turquie).	...
66	BAULANT (René). . . .	Chemins de fer du Sud de la France. . .	...
67	BAVASTRO (Victor) . . .	Chemins de fer méridionaux (réseau de l'Adriatique) (Italie).	3 & 4
68	BAYLEY (C. W.).	Lancashire and Yorkshire Railway (Grande-Bretagne).	1, 2, 3 & 4
69	BAYLEY (Kennet) . . .	Great Southern and Western Railway (Grande-Bretagne)	1, 2 & 5
70	BEAMAN (Charles C.) . .	Denver and Rio Grande Railway (États-Unis d'Amérique)	...
71	BEASLEY (A.).	Taff Vale Railway (Grande-Bretagne) . .	3, 4 & 5
72	BEHRENS (Gustav) . . .	Section anglaise et Midland Railway (Grande-Bretagne)	3
73	BELELUBSKY (Nicolas) . .	Administration centrale des chemins de fer de l'État (Russie)	1 & 2
74	BELL (J.).	Metropolitan Railway (Grande-Bretagne).	...
75	BELL (J. R.).	Secrétariat d'État pour l'empire des Indes (Grande-Bretagne et colonies)	1, 2, 3 & 5
76	BELLEROCHE (Eugène) . .	Chemin de fer Grand Central Belge (Belgique).	2 & 5
77	BÉNAC	Chemins de fer de l'État (France). . . .	4
78	BENOIT	Chemins de fer du Calvados (France) . .	...
79	BERNARD (Percy B.). . .	Waterford and Limerick Railway (Grande-Bretagne).	2 & 4
80	BERQUET	Chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée (France)	3 & 4

NUMÉRO D'ORDRE. (NUMBER.)	NOM. (NAME.)	ADMINISTRATION DÉLÉGANTE. (DELEGATED BY.)	SECTIONS.
81	BERRYMAN (E. W.) . . .	Southern Pacific Railroad (États-Unis d'Amérique)	4
82	BEZECNY (le Dr Anton) . .	Chemins de fer du Nord Empereur Ferdinand (Autriche)	4 & 5
83	BIANCHI (G.)	Association des tramways italiens . . .	...
84	BIAREZ (A.)	Chemins de fer du Nord de l'Espagne . .	...
85	BICKERSTETH (J. P.). . .	London and North Western Railway (Grande-Bretagne).	2 & 5
86	BILINSKI (S. Exc. le Dr. Chevalier VON).	Ministère du commerce (Autriche) . . .	3 & 4
87	BILLÉMA (Louis). . . .	Compagnie Franco-Algérienne (Algérie). .	2
88	BIRT (W.)	Great Eastern Railway (Grande-Bretagne).	1, 2, 3, 4 & 5
89	BIVER (Alfred)	Chemin de fer de Chauny à Saint-Gobain (France)	...
90	BIXIO (Maurice)	Chemins de fer du Nord de l'Espagne . .	...
91	BLAGÉ	Chemins de fer du Midi (France). . . .	1 & 4
92	BLANCHART (C.)	Chemins de fer économiques de Bari-Barletta et extensions (Italie).	...
93	BLOCH (Jean DE)	Chemin de fer de Lodz et chemin de fer de Dombrova Ivangorod (Russie) : . . .	3 & 4
94	BLOUNT (Edw.)	Chemins de fer de l'Ouest (France) . . .	3
95	BOËL (Gustave)	Chemin de fer de Braine-le-Comte à Gand (Belgique)	...
96	BOËL (Louis).	Chemin de fer de Braine-le-Comte à Gand (Belgique)	...
97	BOHUS (Laszlo DE) . . .	Chemins de fer unis d'Arad et de Csanad (Hongrie).	5
98	BOLLERO (Guido). . . .	Tramways à vapeur de la province de Turin (Italie)	5
99	BOLTON (J. C.)	Caledonian Railway (Grande-Bretagne) . .	...
100	BONANNO (Letterio) . . .	Chemins de fer de la Sicile (Italie) . . .	...
101	BONSOR (H. Cosmo O.) . .	South Eastern Railway (Grande-Bretagne) .	...
102	BOOS WALDECK und MONTFORT (S. Ex. le Comte Philippe).	Chemins de fer du Nord Empereur Ferdinand (Autriche)	5
103	BORDET	Chemins de fer de l'Ouest algérien (Algérie).	4
104	BOREL (J.)	Chemins de fer économiques de Bari-Barletta et extensions (Italie).	5
105	BORGNINI.	Commission internationale du Congrès et chemins de fer méridionaux (réseau de l'Adriatique) (Italie).	...
106	BOROS (Beni DE). . . .	Chemins de fer unis d'Arad et de Csanad (Hongrie).	5
107	BOROWY (le Dr Max). . .	Chemin de fer Nord-Ouest autrichien et jonction Sud-Nord allemande (Autriche) . .	4
108	BOSCH (Yvo)	Chemins de fer du Sud de l'Espagne . . .	3
109	BOSCHAN (le Chevalier Arthur VON).	Chemins de fer du Nord Empereur Ferdinand (Autriche)	1 & 3
110	BOTTINI (le Baron Charles DE)	Chemins de fer méridionaux (réseau de l'Adriatique) (Italie).	3 & 4
111	BOTY (Gustave)	Tramways à vapeur piémontais (Italie) . .	5
112	BOUCHARD	Chemins de fer de l'État (France) . . .	4
113	BOURGEOIS (Paul) . . .	Railways économiques de Liége, Seraing et extensions (Belgique)	2 & 5
114	BOURSON (Eugène) . . .	Tramways d'Odessa (Russie)	2 & 3

NUMÉRO D'ORDRE. (NUMBER.)	NOM. (NAME.)	ADMINISTRATION DÉLÉGANTE. (DELEGATED BY.)	SECTIONS.
115	BOYER (H. E.)	Compagnie royale des Chemins de fer portugais	...
116	BOYLE (sir Courtenay) . .	Section anglaise et Ministère du commerce (*Board of Trade*) (Royaume uni de Grande-Bretagne et d'Irlande) . . .	4
117	BOYLE (John).	Rhymney Railway (Grande-Bretagne) . .	1 & 4
118	BOYS (Henry Scott) . . .	The Conde d'Eu Railway (Brésil) . . .	5
119	BRADLEY (Charles W.) . .	American Railway Association (États-Unis d'Amérique)	1, 2, 3 & 4
120	BRASCHI (E.).	Chemins de fer de la Méditerranée (Italie) .	3 & 4
121	BREADALBANE (The Marquess of).	Section anglaise et Caledonian Railway (Grande-Bretagne)	2 & 3
122	BREMNER (M.)	Québec Central Railway (Canada) . . .	1 & 2
123	BRETHERTON (C. E.). . .	Southern Pacific Railroad (États-Unis d'Amérique).	4
124	BRETZ (C. L.)	West Virginia, Central and Pittsburg Railway (États-Unis d'Amérique)	3
125	BRICKA	Chemins de fer de l'État (France) . . .	1 & 3
126	BRICOURT (C.)	Tramways napolitains (Italie)	4
127	BRIÈRE	Chemins de fer de Paris à Orléans (France).	1
128	BRIGHT (H.)	Lancashire and Yorkshire Railway (Grande-Bretagne).	1, 2, 3 & 4
129	BRIOSCHI (François). . .	Comité de direction de la Commission internationale du Congrès et Ministère des travaux publics (Italie).	...
130	BRITTAIN (Thomas J.) . .	Belfast and County Down Railway (Grande-Bretagne).	...
131	BRODSKY (L.).	Chemin de fer de la ville de Kiev (Russie) .	...
132	BROOKE (T. D.)	Buenos-Ayres and Ensenada Port Railway (République Argentine).	3 & 4
133	BROWNE (W. E. Nicolson).	Midland and South Western Junction Railway (Grande-Bretagne).	1, 2, 3, 4 & 5
134	BRUNEEL	Ministère des chemins de fer, postes et télégraphes et chemins de fer de l'État (Belgique)	1 & 3
135	BRYCE (James)	Ministère du commerce (*Board of Trade*) (Royaume uni de Gr.-Bret. et d'Irlande).	5
136	BUCHANAN (William) . .	New York Central and Hudson River Railroad (États-Unis d'Amérique)	...
137	BUCKLEY (J. F.). . . .	Cambrian Railways (Grande-Bretagne) . .	...
138	BUNTEN (J. C.)	Caledonian Railway (Grande-Bretagne) . .	4
139	BURKE (J. F.)	East and West Junction and Stratford-upon-Avon Railway (Grande-Bretagne) .	1, 2, 3, 4 & 5
140	BURLET (C. DE)	Commission internationale du Congrès et Société nationale des chemins de fer vicinaux (Belgique)	5
141	BURNSIDE (Wm.). . . .	Atlantic and Lake Superior Railway (Canada).	3
142	BUSSE.	Chemins de fer de l'État (Danemark). . .	1, 2 & 5
143	BUSSER (Charles). . . .	Chemins de fer secondaires de la Sardaigne (Italie)	3
144	BUTLER (Lord Arthur) . .	Waterford and Limerick Railway (Grande-Bretagne).	2
145	CAILLAT (Pierre). . . .	Chemin de fer de Medina del Campo à Salamanca (Espagne)	...
146	CAIRO (Henry)	Chemins de fer méridionaux (réseau de l'Adriatique) (Italie).	3, 4 & 5

NUMÉRO D'ORDRE. (NUMBER.)	NOM. (NAME)	ADMINISTRATION DÉLÉGANTE. (DELEGATED BY.)	SECTIONS.
147	CAJO (Ansano)	Chemins de fer méridionaux (réseau de l'Adriatique) (Italie).	1
148	CAMIS.	Union des chemins de fer italiens d'intérêt local (Italie)	4 & 5
149	CAMPBELL (Lt-Col. the Hon. H. W.).	London and South Western Railway (Grande-Bretagne).	3
150	CAMPIGLIO (Ambrogio) . .	Commission internationale du Congrès et Union des chemins de fer italiens d'intérêt local (Italie)	2 & 5
151	CANTONI (Baron Constanzo).	Société anonyme nationale de tramways et de chemins de fer (Italie)	...
152	CARDEW (Major P.). . .	Ministère du commerce (*Board of Trade*) (Royaume uni de Grande-Bretagne et d'Irlande).	1, 2, 3, 4 & 5
153	CARLIER	Chemins de fer de Paris à Orléans (France).	4
154	CARLIER (Joseph) . . .	Chemins de fer du Tessin (Italie). . . .	5
155	CARLIER (Jules)	Grand chemin de fer Central Sud-Américain (République Argentine).	5
156	CARRASCO BOSSA (Antonio).	Compagnie royale des chemins de fer portugais	3 & 5
157	CARRUTHERS (John). . .	Agence générale de la colonie de la Nouvelle-Zélande à Londres (Grande-Bretagne et colonies)	2
158	CARSWELL (James) . . .	North British Railway (Grande-Bretagne).	1, 2 & 5
159	CARTWRIGHT (Sir Henry) .	Lima Railway (Pérou).	4
160	CASSINIS	Chemin de fer de Turin, Pignerol Torre-Pellice (Italie)	5
161	CATHCART (the Earl). . .	Ministère du commerce (*Board of Trade*) (Royaume uni de Grande-Bretagne et d'Irlande).	5
162	CATHLES (Jno.)	North British Railway (Grande-Bretagne).	1, 3 & 4
163	CAVO (Enrico)	Société vénitienne pour entreprises et constructions publiques (Italie)	4
164	CAZE	Chemins de fer du Périgord (France) . .	...
165	CECIL (Lord Eustace) . .	Chemins de fer de Lemberg-Czernowitz-Jassy (Autriche).	1, 2, 3, 4 & 5
166	CERBELAUD (Georges) . .	Chemins de fer du Sud de la France. . .	...
167	CESARONI (Cesare) . . .	Tramways de la province de Florence (Italie).	2
168	CHANDÉZE.	Ministère du commerce, de l'industrie, des postes et des télégraphes (France) . . .	4
169	CHAPERON	Chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée (France)	2 & 3
170	CHAPMAN (Edward) . . .	Manchester, Sheffield and Lincolnshire Railway (Grande-Bretagne)	4
171	CHARDON	Ministère du commerce, de l'industrie, des postes et des télégraphes (France). . .	4
172	CHASE (William L.). . .	Fitchburg Railroad (États-Unis d'Amérique).	3 & 4
173	CHASSIN (Alfred). . . .	Chemins de fer du Sud de la France. . .	5
174	CHAUFUS (Nicolas) . . .	Chemins de fer de l'État (ligne de Moscou-Koursk et de Moscou-Nijni) (Russie) . .	1, 3 & 4
175	CHAUVIN (Geo. VON). . .	New-York, Ontario and Western Railway (États-Unis d'Amérique)	3
176	CHESNEAU.	Ministère des travaux publics (France) . .	1, 2 & 3
177	CHESSEX (Ami)	Chemin de fer de Glion aux Rochers de Naye (Suisse)	5

NUMÉRO D'ORDRE. (NUMBER.)	NOM. (NAME.)	ADMINISTRATION DÉLÉGANTE. (DELEGATED BY.)	SECTIONS.
178	CHEVALIER	Chemins de fer départementaux (France) .	1, 3, 4 & 5e
179	CHOLET	Chemins de fer de l'Ouest algérien (Algérie).	...
180	CHORON	Chemins de fer du Midi (France). . . .	1
181	CHRISTIAN (G.)	Bengal and North Western Railway (Empire des Indes)	...
182	CHURCHWARD (Captain). .	London Chatham and Dover Railway (Grande-Bretagne)	3
183	CLARK (Charles P.) . . .	New York, New Haven and Hartford Railway (États-Unis d'Amérique)	4
184	CLAYTON (C. G.). . . .	Midland Railway (Grande-Bretagne). . .	2
185	CLEGHORN (John). . . .	Section anglaise et North Eastern Railway (Grande-Bretagne)	1 & 2
186	CLERAULT.	Chemins de fer de l'Ouest (France) . . .	2
187	CLERC.	Chemins de fer de l'Ouest (France) . . .	1
188	CLERMONT (A.)	Chemin de fer de Liége-Maestricht (Belgique).	...
189	COCKSHOTT (F. P.) . . .	Cheshire Lines Committee (Grande-Bretagne)	...
190	COLHOUN (Robert G.) . .	Great Southern and Western Railway (Grande-Bretagne)	4
191	COLLET (C.)	Chemins de fer de Nora-Karlskoga (Suède).	5
192	COLLINET (Léon). . . .	Chemin de fer de Hasselt à Maeseyck (Belgique).	5
193	COLOMB (Émile)	Chemins de fer du Jura Simplon (Suisse). .	2 & 3
194	COLOMBO	Chemins de fer de la Méditerranée (Italie) .	1
195	COLSON	Commission internationale du Congrès et Ministère des travaux publics (France) .	...
196	COLVILL (J. C.)	Section anglaise et Great Southern and Western Railway (Grande-Bretagne) .	4
197	COLVIN (Bazett W.). . .	East Indian Railway (Grande-Bretagne et colonies)	...
198	CONACHER (J.)	North British Railway (Grande-Bretagne).	3
199	CONTI VECCHI (Luigi) . .	Chemins de fer Sardes (Italie).	1 & 2
200	COOK (Henry)	Furness Railway (Grande-Bretagne). . .	3 & 4
201	COOK (J. M.).	Cheshire Lines Committee (Grande-Bretagne)	3
202	COOPER (David) . . .	Glasgow and South Western Railway (Grande-Bretagne)	3 & 4
203	COOPER (G.)	Central Argentine Railway (Rép. Argentine).	4
204	COPPELL (George) . . .	Denver and Rio Grande Railway (Etats-Unis d'Amérique)	1, 2, 3, 4 & 5
205	CORDEWEENER (Jules) . .	Chemin de fer de Gand à Terneuzen (Belgique)	...
206	CORK (the Earl of) . . .	Great Western Railway (Grande-Bretagne).	...
207	CORNETTI.	Chemins de fer de la Méditerranée (Italie) .	2
208	CORREVON (Ernest) . . .	Chemin de fer d'Yverdon à Ste-Croix et chemin de fer de Viège à Zermatt (Suisse).	4 & 5
209	COSTE.	Chemins de fer départementaux (France). .	4 & 5
210	COTTERILL	Gouvernement et chemins de fer de l'État (Égypte)	1 & 5
211	COTTESCO (A.)	Ministère des travaux publics et chemins de fer de l'État (Roumanie)	3
212	COTTESLOE (the Right Hon. Lord).	London, Brighton and South Coast Railway (Grande-Bretagne)	3
213	COTTON (Edward T.). . .	Belfast and Northern Counties Railway (Royaume uni de Gr.-Bretagne et d'Irlande)	...
214	COTTRAU (Jules). . . .	Chemins de fer de la Sicile occidentale (Palerme, Marsala, Trapani) (Italie) . .	4

NUMÉRO D'ORDRE. (NUMBER.)	NOM. (NAME.)	ADMINISTRATION DÉLÉGANTE (DELEGATED BY.)	SECTIONS.
215	COTTRELL (S. B.). . . .	Liverpool Overhead Railway (Gr.-Bretagne).	1
216	COUCEIRO (Jose Joaquim de Paiva Cabral). . . .	Chemins de fer de l'État (Portugal) . . .	3 & 5
217	COURTOIS (Fernand). . .	Chemin de fer de Colle de Val d'Elsa Poggibonsi (Italie).	2
218	COUSIN (Emile)	Chemins de fer du Sud de l'Espagne . . .	1 & 5
219	COUSIN (Jean)	Compagnie du chemin de fer du Congo . .	1 & 5
220	CROKER (E. T. O'B.). . .	Cork Bandon and South Coast Railway (Royaume uni de Gr.-Bret. et d'Irlande).	4 & 5
221	CRONSTEDT (Cte Rodolphe) .	Ministère de l'intérieur et chemins de fer de l'État (Suède)	1
222	CROSA.	Ministère des travaux publics (Italie). . .	1 & 5
223	CROSBIE-DAWSON (J. G.). .	North Staffordshire Railway (Royaume uni de Grande-Bretagne et d'Irlande) . . .	1
224	CULLEN (James)	Nashville, Chattanooga and St-Louis Railway (Etats-Unis d'Amérique)	2 & 3
225	CULVERWELL (George P). .	Belfast and County Down Railway (Royaume uni de Grande-Bretagne et d'Irlande) . .	...
226	CURTIS (F. S.)	New York, New Haven and Hartford Railway (Etats-Unis d'Amérique)	1
227	CUSACK (Sir Ralph Smith) .	Midland Great Western of Ireland Railway (Royaume uni de Gr.-Bret. et d'Irlande).	...
228	DANISCHEWSKI (Emile) . .	Chemin de fer de Moscou-Brest (Russie). .	3
229	DARAGANE	Chemin de fer de la Vistule (Russie) . . .	1, 3 & 4
230	DAWES (Frank)	Midland and South Western Junction Railway (Grande-Bretagne)	3, 4 & 5
231	DEAN (W.)	Great Western Railway (Grande-Bretagne).	2
232	DE BACKER (H.). . . .	Société générale de chemins de fer économiques (Belgique)	...
233	DEBRAY	Ministère du commerce, de l'industrie, des postes et des télégraphes (France) . . .	1
234	DE BRUYN	Commission internationale du Congrès . .	...
235	DE BRUYN (C.)	Chemin de fer Hollandais (Pays-Bas). . .	1
236	DE BUSSCHERE	Ministère des chemins de fer, postes et télégraphes et ch. de fer de l'État (Belgique) .	1, 3, 4 & 5
237	DE CUYPER (Ed.) . . .	Railways économiques de Liége-Seraing et extensions (Belgique)	1, 2, 3 & 5
238	DEHAYNIN (Albert) . . .	Chemins de fer de l'Est algérien	4
239	DELAMARRE	Chemins de fer régionaux des Bouches-du-Rhône (France)	...
240	DELAUNAY-BELLEVILLE . .	Ministère du commerce, de l'industrie, des postes et des télégraphes (France) . . .	...
241	DE LAVELEYE (Auguste) .	Commission internationale du Congrès . .	4
242	DE LAVELEYE (Georges). .	Département des affaires étrangères de l'État indépendant du Congo et Compagnie auxiliaire internationale de chemins de fer (Belgique).	...
243	DELCOMMUNE (Emile) . .	Département des affaires étrangères de l'Etat indépendant du Congo.	2
244	DELHAYE (Félix). . . .	Chemin de fer de Valence et Aragon (Espagne)	5
245	DEMOULIN.	Chemins de fer de l'Ouest (France) . . .	2
246	DENT (Edward)	Quebec Central Railway (Canada)	5
247	DEPEW (Chauncey M.) . .	New York Central and Hudson River Railroad (Etats-Unis d'Amérique)	...
248	DERVILLÉ.	Ministère du commerce, de l'industrie, des postes et des télégraphes (France). . .	4

[illegible]	NOM. (NAME.)	ADMINISTRATION DÉLÉGANTE. (DELEGATED BY.)	SECTIONS.
[illegible]	[illegible]	Chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée (réseau algérien)	3 & 4
[illegible]	[illegible] (Édouard)	Chemin de fer de l'Est belge (Belgique) et chemins de fer du Tessin (Italie)	...
[illegible]	[illegible]	Ministère des chemins de fer, postes et télégraphes et chemins de fer de l'Etat (Belgique)	1 & 5
[illegible]	[illegible] (Louis)	Chemin de fer de Nagy-Kikinda à Nagy-Becskerek (Hongrie)	...
[illegible]	[illegible]	Chemin de fer de Bône-Guelma et prolongements (réseau algérien)	...
[illegible]	[illegible] (Léon)	Société des voies ferrées du Dauphiné (France)	...
[illegible]	[illegible] (Lt-Général C. H.)	Bengal and North Western Railway (Empire des Indes)	...
[illegible]	[illegible] (E.)	Chemin de fer Prince-Henri (Luxembourg)	4
[illegible]	[illegible]	Commission internationale du Congrès et chemin de fer du Gothard (Suisse)	1 & 2
[illegible]	[illegible] (A. A.)	Chemin de fer de Riazane-Ouralsk (ligne de Rtistchevo-Serdobksk et Atkarsk-Petrovsk) (Russie)	...
[illegible]	[illegible]	Chemin de fer de Chimay (Belgique)	4
[illegible]	[illegible] (E. R.)	Commission internationale du Congrès (secrétaire-rapporteur)	1 & 2
[illegible]	[illegible] (James)	Arizona and South Eastern Railroad (États-Unis d'Amérique)	5
[illegible]	[illegible] (Pierre)	Chemins de fer de l'État (ligne de Syzrane-Viazma) (Russie)	...
[illegible]	[illegible] (Th.)	Ministère des travaux publics et chemins de fer de l'État (Roumanie)	2
[illegible]	[illegible] (Armand)	Chemin de fer de Termonde à Saint-Nicolas (Belgique)	5
[illegible]	[illegible] (Robert)	Chemin de fer de Hasselt à Maeseyck (Belgique)	5
[illegible]	[illegible] (Léon)	Chemin de fer de Medina del Campo à Salamanca (Espagne) et chemin de fer de la Beira-Alta (Portugal)	...
[illegible]	[illegible] (T. W.)	Chemin de fer de Fastov (Russie)	...
[illegible]	[illegible] (A.)	Commission internationale du Congrès, Ministère des chemins de fer, postes et télégraphes et chem. de fer de l'État (Belgique)	4 & 5
[illegible]	[illegible]	Chemin de fer de Ceinture de Paris (France)	...
[illegible]	[illegible]	Commission internationale du Congrès, Ministère des travaux publics et chem. de fer de l'État (Roumanie)	4
[illegible]	[illegible]	New-York Central and Hudson River Railroad (États-Unis d'Amérique)	1, 2 & 5
[illegible]	[illegible]	Chemins de fer de l'Est (France)	1 & 3
[illegible]	[illegible]	North Eastern Railway (Grande-Bretagne)	2 & 5
[illegible]	[illegible] (E. R.)	Chemin de fer Prince-Henri (Luxembourg)	...
[illegible]	[illegible]	Railways économiques de Liége-Seraing et extensions (Belgique)	1, 2, 3 & 5
[illegible]	[illegible] (Auguste)	Chemin de fer funiculaire de Territet-Glion (Suisse)	4 & 5
[illegible]	[illegible] (Charles)	Tramways à vapeur Piémontais (Italie)	5
[illegible]	[illegible] (Henry)	Chemins de fer de la Beira-Alta (Portugal)	...

NUMÉRO D'ORDRE. (NUMBER.)	NOM. (NAME.)	ADMINISTRATION DÉLÉGANTE. (DELEGATED BY.)	SECTIONS.
279	DURIEUX (A).	Compagnie générale de chemins de fer brésiliens (Brésil)	...
280	DURRIEU (le Comte Paul) .	Chemins de fer de l'Est algérien (Algérie).	2 & 4
281	DUTREUX (Tony). . . .	Commission internationale du Congrès et chemin de fer Guillaume-Luxembourg (Luxembourg)	1
282	ECHEGARAY (Eduardo) . .	Ministère du fomento (Espagne)	3
283	EDDY (Edward Miller Gard).	New South Wales Government (Grande-Bretagne et colonies)	1, 2, 3, 4 & 5
284	EDGECUMBE (Col. the Hon. C. E.).	Great Western Railway (Grande-Bretagne).	...
285	EGER (le Dr Alexander). .	Chemin de fer Nord-Ouest autrichien et jonction Sud-Nord allemande (Autriche).	4
286	ELLISSEN (Albert) . . .	Société générale des chemins de fer économiques (France).	5
287	ELWELL (C. C)	New York, New Haven and Hartford Railway (États-Unis d'Amérique)	1
288	ELWELL (Paul Bedford) .	New South Wales Government Railways (Grande-Bretagne et colonies)	2, 3 & 5
289	ELY (Théodore N.) . . .	Pennsylvania Railroad (Ét.-Unis d'Amérique)	1, 2, 3, 4 & 5
290	EMERY (Alexandre) . . .	Chemin de fer funiculaire de Territet-Glion (Suisse)	5
291	EMLYN (the Viscount) . .	Section anglaise et Great Western Railway (Grande-Bretagne)	1, 2, 3, 4 & 5
292	EMPAIN (Edouard) . . .	Chemins de fer économiques du Nord (France)	5
293	EMPAIN (François) . . .	Chemins de fer du Périgord (France) . .	5
294	ENGSTRÖM	Chemins de fer de l'Etat de Finlande (Russie)	2 & 5
295	ERINE (S.A.).	Chemin de fer de Kiev-Voronège (Russie).	3, 4 & 5
296	ERNST.	Chemins de fer de l'Etat (Danemark) . .	...
297	ESPREGUEIRA (Manuel A. d').	Compagnie royale des chemins de fer portugais.	...
298	ESTALL (George). . . .	Metropolitan District Railway (Gr.-Bretagne)	1 & 2
299	ESTERLE (Carlo)	Chemins de fer secondaires de la Sardaigne (Italie)	1
300	ETIENNE	Chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée (réseau algérien)	1
301	ETLINGER (Edm). . . .	Quebec Central Railway (Canada). . . .	1
302	EVANS (Richard). . . .	Barry Railway (Royaume uni de Grande-Bretagne et d'Irlande)	4 & 5
303	FAIR (John)	Buenos-Ayres Great Southern Railway (République Argentine).	4
304	FAIRBAIRN (sir Andrew). .	Commission internationale du Congrès et Great Northern Railway (Gr.-Bretagne).	1
305	FARRER (Hon. T. C.) . .	Midland Uruguay Railway (Uruguay) . .	5
306	FAVRE	Chemin de fer du Nord (France)	3
307	FAY (Sam)	Midland and South Western Railway (Grande-Bretagne)	3 & 5
308	FÉDOROFF (M. L.) . . .	Chemins de fer de Riazane-Ouralsk (ligne de Riazane-Saratov) (Russie)	...
309	FENTON (sir Myles) . . .	Section anglaise et South Eastern Railway (Grande-Bretagne)	3
310	FERRARI (Auguste) . . .	Union des chemins de fer italiens d'intérêt local (Italie)	...
311	FERRARI (Jean)	Chemins de fer de la Méditerranée (Italie) .	1
312	FERREIRA DE MESQUITA (Joao)	Compagnie royale des chem. de fer portugais.	1 & 2
313	FIERLANT (le Bon Albert DE)	Tramways florentins (Italie)	5

NUMÉRO D'ORDRE. (NUMBER.)	NOM. (NAME.)	ADMINISTRATION DÉLÉGANTE. (DELEGATED BY.)	SECTIONS.
314	FILONENKO (Maximilien) .	Chemins de fer de l'État (lignes Sud-Ouest) (Russie)	3
315	FINZI (Vittorio)	Chemin de fer de Colle de Val d'Elsa Poggibonsi (Italie)	...
316	FISON (F. W.)	Great Northern Railway (Grande Bretagne).	...
317	FLACHON	Ministère du commerce, de l'industrie, des postes et des télégraphes (France) . . .	...
318	FLURY (J.)	Chemin de fer Central suisse	...
319	FOCQUET (A.).	Compagnie des chemins de fer Sud-Ouest brésiliens (Brésil)	...
320	FOLQUE (Pedro Romano) .	Chemins de fer de l'État (Portugal) . . .	1
321	FONBONNE (DE)	Chemin de fer du Nord (France)	2
322	FONTAINE.	Ministère du commerce, de l'industrie, des postes et des télégraphes (France) . . .	4
323	FONTAINE-DELAVELEYE (LÉON)	Compagnie générale de chemins de fer brésiliens (Brésil)	3, 4 & 5
324	FONTAINE (A. J. DE LA) . .	Grand chemin de fer Central-Sud-Américain (République Argentine)	...
325	FOOTNER (H.)	London and North Western Railway (Grande-Bretagne).	1, 3 & 5
326	FORBES (J.-S.)	Section anglaise et London, Chatham and Dover Railway (Grande Bretagne) . . .	4
327	FORBES (Wm)	London, Chatham and Dover Railway (Grande-Bretagne)	3
328	FORCADE (DE)	Chemin de fer de Somain à la frontière belge (mines d'Anzin) (France).	...
329	FORESTIER	Ministère des travaux publics (France). .	3 & 5
330	FÖRSTER (Ferdinand) . .	Chemins de fer de l'Etat (Hongrie) . . .	1 & 2
331	FOUAN	Chemins de fer de l'État (France)	1
332	FOUGÈRE	Chemins de fer de l'Est français. . . .	...
333	FOUQUAU (Henri) . . .	Chemins de fer de l'État (Hongrie) . . .	4
334	FOWLER (Sir John) . . .	Great Northern and Midland Joint Lines Committee (Grande-Bretagne)	1
335	FOX (Sir Douglas) . . .	Manchester, Sheffield and Lincolnshire Railway (Grande-Bretagne)	1, 2 & 5
336	FOX (Francis)	Mersey Railway (Grande Bretagne) . . .	1, 2 & 5
337	FRAEYS (A.)	Chemins de fer de la Flandre occidentale (Belgique).	1 & 2
338	FRANCILLON (E.). . . .	Chemin de fer de Lausanne-Ouchy (Suisse).	4 & 5
339	FRANÇOIS (A.)	Chemin de fer de Somain à la frontière belge (France)	...
340	FRANCQ (Emile)	Soc. des voies ferrées du Dauphiné (France).	...
341	FRANZI (Victor)	Chemins de fer secondaires de la Sardaigne (Italie).	3
342	FRASER (Sir Malcolm) . .	Gouvernement de l'Australie de l'Ouest (Grande-Bretagne et colonies)	4
343	FREIRE (Victor Pretot) . .	Ministère de l'industrie, des travaux publics et de la colonisation (Chili)	1 & 2
344	FREMINVILLE (DE) . . .	Chemin de fer de Paris à Orléans (France).	1 & 2
345	FRESCOT	Chemins de fer de la Méditerranée (Italie) .	2
346	FREY (Jacob J.)	American Railway Association (États-Unis d'Amérique)	1 & 3
347	FRIS	Société nationale des Chemins de fer vicinaux (Belgique)	4 & 5
348	FROSTERUS	Chemins de fer de l'État de Finlande (Russie).	1

NUMÉRO D'ORDRE. (NUMBER.)	NOM. (NAME.)	ADMINISTRATION DÉLÉGANTE. (DELEGATED BY.)	SECTIONS.
349	FUNCK (E.)	Compagnie auxiliaire internationale de chemins de fer (Belgique)	...
350	GAFENCO (A.).	Ministère des travaux publics et chemins de fer de l'État (Roumanie).	2 & 4
351	GAIN	Compagnie internationale des wagons-lits et des grands express européens (Belgique).	2
352	GALTON (Sir Douglas) . .	Mobile and Birmingham Railway (États-Unis d'Amérique)	5
353	GARDNER (S. A.). . . .	New York, New Haven and Hartford Railway (États-Unis d'Amérique)	3
354	GARRICK (Sir James) . .	Agence générale de la colonie de Queensland (Grande-Bretagne et colonies)	5
355	GATTONI (Antoni) . . .	Chemin de fer de Naples-Ottaiano (Italie) .	5
356	GAUTIER	Compagnie Meusienne de chemins de fer (France)	5
357	GAY (Joseph)	Chemins de fer du Sud de la France. . .	...
358	GERARD	Ministère des chemins de fer, postes et télégraphes et chemins de fer de l'État (Belgique)	2
359	GÉRARD (Victor). . . .	London, Brighton and South Coast Railway (Grande-Bretagne)	3
360	GERHARDT	Chemins de fer de l'Est (France). . . .	2
361	GERRITSEN	Tramways à vapeur de Breskens Maldegem (Pays-Bas)	5
362	GERSTEL (Gustav) . . .	Chemins de fer de l'État (Autriche) . . .	3
363	GHALIB-BEY (le Commandant).	Ministère du commerce et des travaux publics (Turquie)	2
364	GHENNERT (Arcady J.) . .	Chemin de fer de Kiev-Voronège (Russie) .	1, 4 & 5
365	GIBB (George S.). . . .	North Eastern Railway (Grande-Bretagne) .	1, 2, 3, 4 & 5
366	GIENANTH (Le baron E. DE).	Compagnie auxiliaire internationale de chemins de fer (Belgique)	2 & 3
367	GIET (A.).	Buenos-Ayres Great Southern Railway (République Argentine).	4
368	GILLET	Chemins de fer et Tramways en Perse . .	...
369	GILLIAT (Howard) . . .	Denver and Rio Grande Railway (États-Unis d'Amérique)	...
370	GILLON (Aug)	Chemins de fer de Pirée, Athènes, Péloponèse (Grèce)	1
371	GIROUARD (Lieut^nt E. P. C).	Ministère du commerce (*Board of Trade*) (Royaume uni de Gr.-Bretagne et d'Irlande)	2
372	GLADSTONE (The Right Hon. Herbert).	Wrexham Mold and Connah's Quay Railway (Grande-Bretagne)	...
373	GLASSER	Chemins de fer d'intérêt local du département des Landes (France).	...
374	GOLDBERG (J.)	Compagnie d'exploitation des chemins de fer orientaux (Turquie).	1, 3 & 4
375	GOLOUBIEFF (V.). . . .	Chemin de fer Vladicaucase (Russie). . .	...
376	GOMES LIMA (le Dr Antonio Jose).	Compagnie nationale des chemins de fer portugais.	3 & 5
377	GOODAY (F.)	Great Eastern Railway (Grande-Bretagne) .	3
378	GORDIÉENKO (Jacques) . .	Ministère des voies de communication (Russie)	1 & 3
379	GOROWITZ (J.)	Chemins de fer de Fastov (Russie) . . .	4
380	GOSLETT (Fred)	Chemin de fer de Nassiö-Oskarshamn (Suède)	1 & 2
381	GOTTSCHALK	Ministère du commerce, de l'industrie, des postes et des télégraphes (France). . .	2, 3 & 5

NUMÉRO D'ORDRE. (NUMBER.)	NOM. (NAME)	ADMINISTRATION DÉLÉGANTE. (DELEGATED BY.)	SECTIONS.
382	GOURY DU ROSLAN . . .	Ministère du commerce, de l'industrie, des postes et des télégraphes (France). . .	3 & 4
383	GOUVÉA (le Comte DE) . .	Chemins de fer de la Beira-Alta (Portugal).	...
384	GRANT VASSALL (R. L.) .	Taff Vale Railway (Grande-Bretagne) . .	...
385	GRAY (James)	Great Northern Railway (Ireland) (Royaume uni de Grande Bretagne et d'Irlande) . .	4
386	GRÉBUS (Charles). . . .	Chemin de fer de Madrid à Saragosse et à Alicante (Espagne)	2 & 4
387	GREENE (William George) .	Midland Great Western of Ireland Railway (Royaume uni de Grande-Bretagne et d'Irlande).	3
388	GREINER (Emile). . . .	Chemin de fer de Modena-Vignola (Italie) .	2 & 5
389	GRIFFITH (John Evan) . .	Neath and Brecon Railway (Grde-Bretagne).	1, 2, 3 & 4
390	GRIGORIEFF (Serge) . . .	Administration centrale des chemins de fer de l'État (Russie)	1 & 3
391	GRILLO (Charles). . . .	Chemins de fer de la Sicile (Italie) . . .	4
392	GRIMBURG (le Chevalier Rodolphe DE).	Société autrichienne-hongroise des chemins de fer de l'État (Autriche)	1, 2, 3 & 4
393	GRIOLET	Commission internationale du Congrès et chemin de fer du Nord (France) . . .	4 & 5
394	GROSMAN (Voldemar) . .	Chemins de fer de l'État (ligne de Libau-Romny) (Russie).	2
395	GRÜNEBAUM (Franz). . .	Chemin de fer de Vienne-Aspang (Autriche)	1 & 5
396	GRUSLIN (Arthur) . . .	Tramways de Turin (Italie)	2 & 5
397	GUASTALLA (Angelo) . .	Chemin de fer de Modena-Vignola (Italie) .	5
398	GUEST (Arthur Edward) .	Taff Vale Railway (Grande-Bretagne) . .	...
399	GUILLON (Fernand) . . .	Chemins de fer et tramways en Perse . .	5
400	GUILLOUX.	Chemin de fer du Nord (France).	4
401	GUINOTTE (Lucien) . . .	Tramways siciliens (Italie)	...
402	GULACSY (Coloman DE) . .	Chemin de fer d'intérêt local du Szilagysag (Hongrie).	...
403	GUTHRIE (David). . . .	Glasgow and South Western Railway (Grande-Bretagne)	...
404	GUYARD (Jules)	Chemin de fer de Gué à Menaucourt (France).	5
405	GUYARD (René)	Chemin de fer de Gué à Menaucourt (France).	5
406	GYE (Capt.)	South Eastern Railway (Grande-Bretagne).	3
407	GYSIN (Arnold)	Chemin de fer de la vallée de Birsig (Suisse).	5
408	HAAGSMA (S. E.) . . .	Société pour l'exploitation des chemins de fer de l'État néerlandais (Pays Bas) . . .	2
409	HAINES (Henry S.) . . .	American Railway Association (États-Unis d'Amérique)	4 & 5
410	HAMELINK (S.)	Tramways néerlandais (Pays-Bas) . . .	5
411	HAMILTON (Lord Claud J.) .	Section anglaise et Great Eastern Railway (Grande-Bretagne)	1, 2, 3, 4 & 5
412	HAMMELRATH (P.) . . .	Tramways d'Odessa (Russie)	5
413	HANREZ (Charles) . . .	Chemin de fer de l'Entre-Sambre-et-Meuse (Belgique)	3
414	HANSEN (J.)	Chemin de fer de l'Est de Seeland (Danemark).	3
415	HARAHAN (James T.) . .	American Railway Association et Illinois Central Railroad (États-Unis d'Amérique).	1 & 3
416	HARRISON (F.)	Section anglaise et London and North Western Railway (Grande-Bretagne) . . .	3 & 4
417	HART (F. R.)	Cartagena Magdalena Railway (Colombie) .	2 & 4
418	HARTEN (Gustave) . . .	Chemin de fer du Nord de la Belgique . .	1
419	HARTSHORNE (Chas.) . .	Lehigh Valley Railroad (États-Unis d'Amérique).	1, 2, 3, 4 & 5

NUMÉRO D'ORDRE. (NUMBER.)	NOM. (NAME.)	ADMINISTRATION DÉLÉGANTE. (DELEGATED BY.)	SECTIONS.
420	HASSELT (R. VAN) . . .	Chemin de fer Hollandais (Pays-Bas) . .	...
421	HAUET	Chemin de fer de ceinture de Paris (France).	1, 3 & 5
422	HAUSSER	Chemins de fer du Midi (France) . . .	...
423	HAUSSER (Adorjau) . . .	Chemin de fer Kaschau-Oderberg (Hongrie).	4
424	HAWKINS (William Bailey).	Brecon and Merthyr Tydfil Junction Railway (Grande-Bretagne)	...
425	HENDERSON (Alexandre). .	Manchester, Sheffield and Lincolnshire and Midland Joint Committee (Gr.-Bretagne).	1
426	HENNEBUISSE (Ulysse) . .	Chemins de fer du Tessin (Italie). . . .	2
427	HENNEY (John)	New York, New Haven and Hartford Railway (États-Unis d'Amérique)	2
428	HERBERT (Sir Robert G.W.)	Agence générale de la colonie de Tasmanie (Grande-Bretagne et colonies)	...
429	HERDNER	Chemins de fer du Midi (France). . . .	2
430	HERZENSTEIN (V.) . . .	Ministère des voies de communication (Russie)	1 & 5
431	HEURTEAU	Commission internationale du Congrès et chemin de fer de Paris à Orléans (France).	4
432	HEUSLER (N.)	Chemin de fer Central suisse.	...
433	HEYGATE (W. U.) . . .	Midland Railway (Grande-Bretagne) . .	...
434	HEYWOOD (George) . . .	Fitchburg Railroad (États-Unis d'Amérique).	1, 3 & 4
435	HEYWOOD (Dr George Jr) .	Fitchburg Railroad (États-Unis d'Amérique).	4
436	HEYWORTH (Colonel Lawrence).	Lima Railway (Pérou)	1
437	HICKSON (George E. A.) .	Tralee and Dingle Light Railway (Grande-Bretagne).	1 & 5
438	HILL (Vincent Walker) . .	Hull, Barnsley and West Riding Junction Railway (Grande-Bretagne) . . .	3, 4 & 5
439	HINDLIP (Lord)	Great Northern Railway (Grande-Bretagne).	4
440	HIRSCHL (le Dr Harry L.) .	Société autrichienne-hongroise des chemins de fer de l'État (Autriche)	4
441	HODEIGE	Ministère des chemins de fer, postes et télégraphes et chemins de fer de l'État (Belgique)	2 & 3
442	HODGSON (H. C.). . . .	Midland Railway (Grande-Bretagne) . .	2
443	HOHENEGGER (Wenzel) . .	Chemin de fer Nord-Ouest autrichien et jonction Sud-Nord allemande (Autriche).	1
444	HOHENLOHE (S. A. S. le Prince Egon).	Chemins de fer du Sud de l'Autriche . .	4
445	HOLDEN (J.)	Great Eastern Railway (Grande-Bretagne).	1, 2 & 3
446	HOLEMANS (Edouard) . .	Commission internationale du Congrès, Ministère des chemins de fer, postes et télégraphes et chem. de fer de l'État (Belgique).	4
447	HOLMES (M.).	North British Railway (Grande-Bretagne) .	1, 2 & 5
448	HOLTZ.	Ministère des travaux publics (France). .	1 & 4
449	HOMBERG (Octave) . . .	Chemins de fer de l'Est algérien (France) .	5
450	HÖNIGSVALD (Joseph) . .	Chemins de fer du Nord Empereur Ferdinand (Autriche)	2
451	HOPWOOD (Francis T. S.) .	Ministère du commerce (*Board of Trade*) (Royaume uni de Grande-Bretagne et d'Irlande).	...
452	HOTHFIELD (the Right Hon. Lord).	South Eastern Railway (Grande-Bretagne).	...
453	HOTTINGUER	Chemin de fer du Nord (France). . . .	...
454	HOZIER (sir W. W.) Bart. .	Caledonian Railway (Grande-Bretagne) . .	1 & 2
455	HUBBARD (A.)	Great Western Railway (Grande-Bretagne).	1 & 2

NUMÉRO D'ORDRE. (NUMBER.)	NOM (NAME.)	ADMINISTRATION DÉLÉGANTE. (DELEGATED BY.)	SECTIONS.
456	HUBERT	Ministère des chemins de fer, postes et télégraphes et chemins de fer de l'État (Belgique)	2 & 5
457	HUBERTI (Alphonse). . .	Commission internationale du Congrès (Comité de rédaction du *Bulletin*). . .	1 & 3
458	HUGUET	Chemins de fer de l'État (France). . . .	4
459	HUMPHREYS OWEN (C. A.) .	Cambrian Railways (Grande-Bretagne) . .	...
460	HUNT (WM.).	Lancashire and Yorkshire Railway (Grande-Bretagne).	1, 2 & 5
461	HUNTINGTON (C. P.). . .	Southern Pacific Railroad (États-Unis d'Amérique)	...
462	HUTCHINSON (Major General C. S.).	Ministère du commerce (*Board of Trade*) (Royaume uni de Grande-Bretagne et d'Irlande).	1, 2, 3, 4 & 5
463	HUTTON (Colonel) . . .	Cheshire Lines Committee (Gr.-Bretagne).	5
464	IGNATIUS (S. W.) . . .	Chemins de fer de Riazane-Ouralsk, ligne de Rtistchevo-Serdobksk et Atkarsk-Petrovsk (Russie)	...
465	IJUIN (Hikokichi) . . .	Ministère des communications (Japon) . .	4
466	IMECOURT (le Marquis D') .	Chemins de fer de l'Est (France). . . .	4
467	INGLIS (J. C.).	Great Western Railway (Grande-Bretagne).	1, 2 & 5
468	IRWIN (William) . . .	Clogher Valley Railway (Grande-Bretagne).	3 & 5
469	ISMAY (C. H.)	London and North Western Railway (Grande-Bretagne)	...
470	ISNAV (N. N.)	Chemins de fer de Riazane-Ouralsk, ligne de Tambov-Kamichine (Russie) . . .	...
471	IVACHINZOFF (D. S.). . .	Chemin de fer de Kiev Voronège (Russie).	4 & 5
472	IVANOFF (Demetrius) . .	Chemins de fer de l'État (ligne de la Baltique, de Pskov-Riga et du port de Saint-Pétersbourg) (Russie)	1
473	IVATT (Henry A.) . . .	Great Southern and Western Railway (Grande-Bretagne)	1 & 2
474	JACKSON (the Right Hon. W. L.)	Great Northern Railway (Grande-Bretagne).	...
475	JACOBS (T.)	Tramways de Turin (Italie)	5
476	JACOMB-HOOD (R.) . . .	London, Brighton and South Coast Railway (Grande Bretagne)	1 & 5
477	JALOVIETSKI (Boleslas) . .	Première Société des chemins de fer secondaires en Russie.	...
478	JARDINE (Sir Robert) . .	Caledonian Railway (Grande-Bretagne) . .	...
479	JARRIAND (E.)	Chemin de fer de Chauny à Saint-Gobain (France)	4
480	JAVARY	Chemins de fer de l'État (France). . . .	4
481	JEFFERY (Edward T.) . .	Denver and Rio Grande Railway (États-Unis d'Amérique)	4
482	JEITTELES (Richard). . .	Commission internationale du Congrès et chemin de fer du Nord Empereur Ferdinand (Autriche)	1 & 5
483	JENKIN (Thomas C.). . .	City and South London Railway (Grande-Bretagne).	2, 3, 4 & 5
484	JENKINS (Sir John J.) . .	Rhondda and Swansea Bay Railway (Grande-Bretagne).	...
485	JOHANSSON (Herman) . .	Chemins de fer de l'État (Suède)	1 & 2
486	JOHNSON (Henry) . . .	Great Northern and Midland joint lines Committee (Grande-Bretagne). . . .	3

NUMÉRO D'ORDRE. (NUMBER.)	NOM. (NAME.)	ADMINISTRATION DÉLÉGANTE. (DELEGATED BY.)	SECTIONS.
487	JOHNSON (John)	Chemin de fer Frövi-Ludvika et Banghammar Kloten (Suède).	1, 2 & 3
488	JOHNSON (R.).	Great Northern Railway (Grande-Bretagne).	1 & 5
489	JOHNSON (S. W.). . . .	Midland Railway (Grande-Bretagne) . .	2
490	JOHNSTON (Captain J. G.) .	London and South Western Railway (Grande-Bretagne).	...
491	JOLY (Ch. DE)	Compagnie générale de chemins de fer brésiliens (Brésil)	4
492	JOURDAIN	Chemin de fer de Saint-Quentin à Guise (France)	5
493	JUNCADELLA (Rodolfo) . .	Chemins de fer et mines de San Juan de las Abadesas (Espagne).	...
494	JUST (Conradin F.) . . .	Département des chemins de fer et canaux du Dominion du Canada	4 & 5
495	KAMPH (Oscar)	Chemin de fer de Palsboda-Finspong et Finspong-Norsholm (Suède)	3
496	KANDAOUROFF (D. P.) . .	Chemins de fer de Riazane-Ouralsk, ligne de Pokrovsk-Ouralsk (Russie)	3 & 4
497	KANE (Lieut.-Col.) . . .	Victoria Sidney Esquimaux and Nanaimo Railway of Canada	...
498	KARO (Félix).	Chemins de fer de la Sicile occidentale (Italie)	1 & 2
499	KEHOE (W. Y.)	Illinois Central Railway (États-Unis d'Amérique).	1 & 3
500	KENLY (John R.) . . .	American Railway Association (États-Unis d'Amérique)	3 & 4
501	KEPESSY (le Dr Stefan). .	Chemin de fer de Nagy-Kikinda à Nagy-Becskerek (Hongrie)	...
502	KER (Charles Buchanan) .	Buenos-Ayres and Ensenada Port Railway (République Argentine).	...
503	KERBEDZ (S.).	Chemin de fer Vladicaucase (Russie). . .	3
504	KÉROMNES	Chemin de fer du Nord (France). . . .	2
505	KERR (J. R.).	Cork, Bandon and South Coast Railway (Royaume uni de Grande-Bretagne et d'Irlande).	1 & 5
506	KESSELS (T. G.)	Association des Tramways italiens (Italie) .	5
507	KHITROVO	Ministère des finances (département des affaires de chemins de fer) (Russie) . .	1 & 5
508	KINTORE (the Earl of) . .	Great North of Scotland Railway (Grande-Bretagne).	4
509	KIRSCH (Léopold) . . .	Chemin de fer d'Anvers à Rotterdam (Belgique).	1 & 3
510	KITCHING (Albert George) .	Mersey Railway (Grande-Bretagne) . . .	...
511	KITSON (Sir James) . . .	North Eastern Railway (Grande-Bretagne) .	...
512	KLEMMING (Victor) . . .	Chemins de fer de l'État (Suède)	2
513	KNAUFF (Fr.)	Tramways de Moscou (Russie)	5
514	KNIAZIOLUCKI (le Dr Chevalier Severin von).	Chemins de fer de l'État (Autriche) . . .	4
515	KOHL (Ernst).	Chemin de fer de Weimar Géra (Allemagne).	1
516	KOLOSZVARY (Victor von) .	Chemins de fer de l'État (Autriche) . . .	3 & 4
517	KOPYTKIN (Nicolas). . .	Ministère des voies de communication (Russie)	2
518	KOSSUTH	Chemins de fer de la Méditerranée (Italie) .	1, 2, 3, 4 & 5
519	KOUNITSKY (Stanislas de) .	Ministère des voies de communication (Russie)	1, 2, 3 & 5

NUMÉRO D'ORDRE. (NUMBER.)	NOM. (NAME.)	ADMINISTRATION DÉLÉGANTE. (DELEGATED BY.)	SECTIONS.
520	KOWALSKI (Alfred Marie) .	Chemin de fer de Bône-Guelma et prolongements (Algérie) et chemin de fer de Dakar à Saint-Louis (Sénégal).	1, 4 & 5
521	KOWALSKI (Charles). . .	Chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée (France)	2, 3 & 5
522	KOZLOVSKI (Alexandre DE) .	Chemins de fer de Novgorod (Russie) . .	...
523	KOZLOWSKI (Ladislas) . .	Chemins de fer de la Vistule (Russie). . .	4e
524	KRAPIFFKA	Chemins de fer de Moscou-Brest (Russie) .	1 & 4
525	KREFTING (C. E.) . . .	Ministère des travaux publics et chemins de fer de l'État (Norvège)	...
526	KRETSCHMAR VAN VEEN (J. A. VAN).	Compagnie néerlandaise sud-africaine de chemins de fer (Pays-Bas et colonies) . .	...
527	KRUEGER.	Chemins de fer Sud-Est prussien (Allemagne).	...
528	KRUTTSCHNITT (Julius) . .	Southern Pacific Railroad (États Unis d'Amérique)	...
529	KUCHARSKI (Eugène) . .	Chemin de fer de Lodz (Russie)	3 & 4
530	KÜHNELT (Anton) . . .	Chemins de fer de l'État (Autriche) . . .	4 & 5
531	KUMPS (G.)	Société générale de chemins de fer économiques (Belgique)	1, 3 & 5
532	LACHTIN (Vladimir DE) . .	Chemins de fer de Dombrova Ivangorod (Russie)	...
533	LAGOUT	Ministère du commerce, de l'industrie, des postes et des télégraphes (France). . .	5
534	LAMBERT (Henry) . . .	Section anglaise et Great Western Railway (Grande-Bretagne)	3, 4 & 5
535	LAMPUGNANI	Commission internationale du Congrès et chemins de fer de la Méditerranée (Italie).	3
536	LAMQUET (Victor) . . .	Chemin de fer de Malines-Terneuzen (Belgique).	1, 2, 3 & 4
537	LANCRENON	Chemins de fer de l'Est (France). . . .	2
538	LANDRY (John)	Chemin de fer d'Yverdon à Ste-Croix (Suisse).	4 & 5
539	LANGDON (W. D.) . . .	Midland Railway (Grande-Bretagne). . .	3
540	LARMINAT (DE)	Chemins de fer de l'Ouest (France) . . .	3
541	LARRAMENDI (Laureano DE).	Chemins de fer et mines de San Juan de las Abadesas (Espagne).	...
542	LARSEN (C.)	Chem. de fer de Lolland-Falster (Danemark).	3
543	LARTIGUE (H.)	Compagnie franco-algérienne (Algérie) . .	...
544	LAU (le Marquis DU). . .	Chemins de fer de l'Ouest (France) . . .	2
545	LAUGEL	Chemins de fer de Paris-Lyon-Méditerranée (réseau algérien).	...
546	LAX	Chemins de fer de l'État (France) . . .	4 & 5
547	LAZAREW-STANISTCHEW (K. N.).	Chemins de fer de Riazane-Ouralsk (ligne de Pokrovsk-Ouralsk (Russie)	...
548	LEBBE (F.)	Chemins de fer de la Flandre occidentale (Belgique)	1 & 2
549	LEBER (Max Edler VON). .	Commission internationale du Congrès et Ministère du commerce (Autriche). . .	1 & 5
550	LE BON (Charles) . . .	Chemin de fer Grand Central Belge (Belgique).	1
551	LE BRUN (A.)	Société nationale des chemins de fer vicinaux (Belgique)	1 & 5
552	LECHAT (A.)	Compagnie internationale des wagons-lits et des grands express européens (Belgique).	...
553	LE CHATELIER	Ministère des travaux publics (France) . .	2 & 4
554	LEFEBVRE	Ministère des travaux publics (France) . .	3
555	LEGGETT (Lieutent E. H. M.)	Ministère du commerce (*Board of Trade*) (Royaume uni de Gr.-Bretagne et d'Irlande).	1 & 5

NUMÉRO D'ORDRE. (NUMBER.)	NOM. (NAME).	ADMINISTRATION DÉLÉGANTE. (DELEGATED BY.)	SECTIONS.
556	LEIGHTON (Geo B.) . . .	Los Angeles Terminal Railway (États-Unis d'Amérique)	2 & 5
557	LENZ (Alfred VON) . . .	Chemins de fer du Nord Empereur Ferdinand (Autriche)	1 & 2
558	LETELLIER (Maurice) . .	Chemins de fer Guillaume-Luxembourg (Luxembourg)	3 & 4
559	LETONA (Joaquin L. Lopez DE).	Chemins de fer de Madrid à Saragosse et à Alicante (Espagne)	1 & 5
560	LEVEL (Émile)	Société générale des chemins de fer économiques (France)	5
561	LEVEL (Georges). . . .	Société générale des chemins de fer économiques (France)	3 & 5
562	LEVI (Pacifico)	Chemin de fer Sassuolo-Modena-Mirandola et Finale (Italie).	5
563	LÉVI-ALVARÈS (Albert). .	Chemin de fer de Madrid à Saragosse et à Alicante (Espagne)	...
564	LIAMINE	Chemins de fer de Moscou-Brest (Russie).	1, 3 & 4
565	LIEBIG (Johann Freiherr VON).	Chemin de fer Nord-Ouest autrichien et jonction Sud-Nord allemande (Autriche).	4
566	LIÉNART (P.).	Compagnie générale des chemins de fer secondaires (Belgique)	5
567	LIKHATCHEV (T. A.). . .	Chemin de fer de Kiev-Voronège et Tramways de Moscou (Russie)	...
568	LINDER	Ministère des travaux publics (France) . .	2 & 3
569	LINDHEIM (le Chevalier Ernest DE).	Chemin de fer de Vinkovce à Brcka (Hongrie).	...
570	LISLE (René).	Chemin de fer de Madrid à Saragosse et à Alicante (Espagne)	3 & 4
571	LIVESEY (James). . . .	Buenos-Ayres Great Southern Railway (République Argentine).	1 & 2
572	LÖB (Louis)	Chemin de fer Nord-Ouest autrichien et jonction sud-nord allemande (Autriche) .	4
573	LOCATELLO (Ferdinando) .	Société vénitienne pour entreprises et constructions publiques (Italie)	...
574	LOLEO (Bartholoméo) . .	Société vénitienne pour entreprises et constructions publiques (Italie)	4
575	LORIA (Leonardo) . . .	Chemin de fer Sassuolo-Modena-Mirandola et Finale (Italie).	1
576	LOUIS (Edmond). . . .	Chemin de fer de l'Entre-Sambre-et Meuse (Belgique)	4
577	LOVEDAY (H. H.) . . .	Buenos-Ayres Great Southern Railway (République Argentine).	3, 4 & 5e
578	LUCARDIE (G. F.) . . .	Société des chemins de fer des Indes néerlandaises.	5
579	LUDVIGH (Jules)	Commission internationale du Congrès, Ministère du commerce et chem. de fer de l'État (Hongrie)	3 & 4
580	LUNDIE (Cornelius) . . .	Rhymney Railway (Grande-Bretagne) . .	1, 2, 3, 4 & 5
581	LUUYT	Chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée (France)	3
582	MABILLE (Valère) . . .	Tramways à vapeur de Biella à Vercelli (Italie)	2 & 5
583	MACKAY (Sir James). . .	East Indian Railway (Grande-Bretagne et colonies)	...
584	MCCREA (James). . . .	Pennsylvania Railroad (États-Unis d'Amérique).	1, 2, 3, 4 & 5

NUMÉRO D'ORDRE. (NUMBER.)	NOM. (NAME.)	ADMINISTRATION DÉLÉGANTE. (DELEGATED BY.)	SECTIONS.
585	McDonald (J. A.) . . .	Midland Railway (Grande-Bretagne). . .	1
586	McEwan (Wm.). . . .	Caledonian Railway (Grande-Bretagne) . .	...
587	Maclure (J.).	Section anglaise et Manchester, Sheffield and Lincolnshire Railway (Grande-Bretagne).	1, 2, 3, 4 & 5
588	Maes	Tramways à vapeur interprovinciaux de Milan-Bergame-Crémone (Italie) . . .	5
589	Maginnis (James P.) . .	Chemins de fer de l'État (lignes Sud-Ouest) (Russie)	1 & 3
590	Mahl (William). . . .	Eastern Pacific Railroad (États-Unis d'Amérique).	...
591	Makins (Col. W. E.) . .	Great Eastern Railway (Grande-Bretagne) .	...
592	Malcolm (Bowman). . .	Belfast and Northern Counties Railway (Royaume uni de Gr.-Bretagne et d'Irlande)	2 & 5
593	Malléter (Soltan de) . .	Chemins de fer de la vallée de Szamos (Hongrie)	...
594	Mamontoff (Sawa) . . .	Chemins de fer de Moscou-Jaroslav et Arkhangelsk (Russie)	...
595	Manesco (C.).	Ministère des travaux publics et chemins de fer de l'État (Roumanie)	3 & 4
596	Mantegazza.	Chemins de fer de la Méditerranée (Italie).	1
597	Marcy (Henry S.) . . .	Fitchburg Railroad (États-Unis d'Amérique).	3 & 4
598	Maréchal	Chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée (France)	2
599	Marie	Chemin de fer du Nord (France)	3, 4 & 5
600	Marin	Chemins de fer de l'Ouest (France) . . .	...
601	Marindin (Major F. A.). .	Ministère du commerce (*Board of Trade*) (Royaume uni de Grande-Bretagne et d'Irlande).	1, 2, 3, 4 &
602	Maristany y Gibert (Ed.).	Chemins de fer de Tarragone à Barcelone et à la France (Espagne)	4
603	Markoff (N. L.). . . .	Chemin de fer de Kiev-Voronège (Russie) .	...
604	Marryat (Lieut.-Col. E. L.)	Bengal and North Western Railway (Empire des Indes).	3 & 5
605	Marsal	Tramways à vapeur interprovinciaux de Milan-Bergame-Crémone (Italie) . . .	5
606	Martorelli (Francesco) .	Chemin de fer Rubattino (Tunis-Bardo La Goulette, Marsa) (Tunisie).	3 & 5
607	Massa	Commission internationale du Congrès et chemins de fer de la Méditerranée (Italie).	...
608	Massieu	Ministère des travaux publics (France) . .	...
609	Masso (Antonio). . . .	Chemins de fer de Medina del Campo à Zamora y de Orense à Vigo (Espagne)	3
610	Masson (Georges) . . .	Chemin de fer de Glion aux Rochers de Naye (Suisse)	4
611	Mast (J.).	Chemin de fer Central suisse	...
612	Matrot	Chemins de fer de l'État (France). . . .	3 & 4
613	Matthei (Alphonse). . .	Chemin de fer de l'Est belge (Belgique) . .	2 & 4
614	Mauger	Compagnie Franco-algérienne (Algérie). .	...
615	Maurer	Chemins de fer du Midi (France). . . .	3
616	Mayer	Chemins de fer de l'Est algérien (Algérie) .	4
617	Meck (Alexandre de) . .	Chemins de fer de Moscou-Kazane (Russie).	4 & 5
618	Meik (P. W.)	Commission internationale du Congrès (Rapporteur)	...
619	Mellor (Colonel J. J.) . .	South Eastern Railway (Grande-Bretagne) .	...
620	Melotte (Gustave) . . .	Tramways à vapeur de la province d'Alexandrie (Italie)	5

NUMÉRO D'ORDRE. (NUMBER.)	NOM. (NAME.)	ADMINISTRATION DÉLÉGANTE. (DELEGATED BY.)	SECTIONS.
621	MELVILLE (William). . .	Glasgow and South Western Railway (Grande-Bretagne).	1 & 3
622	MERCERON	Compagnie Meusienne de chemins de fer (France)	5
623	MERCIER DE MOLIN (J. J.).	Chemin de fer de Lausanne Ouchy (Suisse).	4 & 5
624	MERRICK (William). . .	East and West Junction and Stratford-upon-Avon Railway (Grande-Bretagne). . .	1, 2, 3 & 4
625	MESTREIT (Victor) . . .	Chemins de fer économiques du Nord (France)	5
626	MICHEL (G.)	Chemins de fer de Paris à Orléans (France).	4
627	MICHEL (Jules)	Chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée (réseau algérien). . . .	1
628	MICHELET (Gustave). . .	Compagnie générale des chemins de fer secondaires (Belgique) . . .	5
629	MIGLIORETTI (le Cte Albert).	Chemins de fer de la Sicile (Italie) . . .	4
630	MILES (G. S.).	Southern Pacific Railroad (Etats-Unis d'Amérique)	...
631	MILLS (W. H.)	Great Northern Railway Ireland (Royaume uni de Grande-Bretagne et d'Irlande) . .	...
632	MOFFATT (W.)	Great North of Scotland Railway (Grande-Bretagne)	4 & 5
633	MOFFRE	Chemins de fer d'intérêt local du département des Landes (France)	1, 2 & 3
634	MOÏSE.	Chemins de fer de l'Ouest (France) . . .	1 & 4
635	MONTEFIORE LÉVI . . .	Chemin de fer Grand Central Belge . . .	4
636	MONTESINO (Cyp. Segundo).	Chemin de fer de Madrid à Saragosse et à Alicante (Espagne)	...
637	MONTGOMERY (Hugh DE FELLENBERG).	Clogher Valley Railway (Grande-Bretagne).	5
638	MORANDIÈRE	Chemins de fer de l'Ouest (France) . . .	2e
639	MORAWETZ (Charles) . .	Compagnie d'exploitation des chemins fer Orientaux (Turquie)	...
640	MORGAN (John)	London, Chatham and Dover Railway (Grande-Bretagne)	3
641	MORRIS (Israel W.) . . .	Lehigh Valley Railroad (États-Unis d'Amérique).	4
642	MOTT (Basil).	City and South London Railway (Grande-Bretagne).	2
643	MOTT (C. G.).	Great Western Railway (Grande-Bretagne) et Midland Uruguay Railway (Uruguay).	2 & 5
644	MOTTE (Lucien)	Ministère des chemins de fer, postes et télégraphes et chemins de fer de l'État (Belgique)	1 & 3
645	MOYAUX (Auguste) . . .	Chemins de fer de l'Apennin Central (Italie).	5
646	MOYAUX (Léon)	Chemins de fer de l'Apennin Central (Italie).	...
647	MUNDELLA (the Right Hon. A. I.).	Ministère du commerce (*Board of Trade*) (Royaume uni de Grande-Bretagne et d'Irlande).	2 & 5
648	MURPHY (John J.) . . .	Waterford and Limerick Railway (Grande-Bretagne).	4
649	NAGELMACKERS (Georges) .	Compagnie internationale des wagons-lits et des grands express européens (Belgique).	3 & 4
650	NATHAN (Adolphe) . . .	Société anonyme nationale de tramways et de chemins de fer (Italie)	1
651	NAVARRO (Antonio Jose Antunes).	Chemins de fer de l'État (Portugal) . . .	4 & 5
652	NAVONE (Guilio). . . .	Chemins de fer secondaires romains (Italie).	

NOM. (NAME.)	ADMINISTRATION DÉLÉGANTE. (DELEGATED BY.)	SECTIONS.
[illegible] (A.)	Compagnie internationale des wagons-lits et des grands express européens (Belgique).	3
[illegible] (George P.)	London and North Western Railway (Grande-Bretagne).	1, 2, 3, 4 & 5
[illegible] (Alfred)	Chemin de fer de Gand-Eecloo-Bruges (Belgique)	1
[illegible] (Louis)	Chemin de fer de Gand-Eecloo-Bruges (Belgique)	3
[illegible] (F.)	Central Argentine Railway (République Argentine)	3 & 4
[illegible] (R. J.)	Buenos-Ayres Great Southern Railway (République Argentine).	4 & 5
[illegible] (Ambroise)	Chemin de fer d'intérêt local du Szilagysag (Hongrie).	...
[illegible] (L. J.)	Great Northern and Great Eastern Railway Companies' Joint Committee (Grande-Bretagne).	1, 2 & 4
[illegible] (Xavier)	Chemin de fer d'Anvers à Rotterdam (Belgique).	...
[illegible] (P.)	Cartagena Magdalena Railway (Colombie)	4
[illegible] (George Holland)	North London Railway (Grande-Bretagne).	3
[illegible] (H. Cecil)	London, Tilbury and Southend Railway (Grande-Bretagne)	3, 4 & 5
[illegible] (Ahmet P.)	Chemins de fer de Pirée-Athènes-Péloponèse (Grèce)	...
[illegible]	Ministère des chemins de fer, postes et télégraphes et chemins de fer de l'État (Belgique).	3 & 4
[illegible] (N. K.)	Chemin de fer Hollandais (Pays-Bas)	...
[illegible]	London, Chatham and Dover Railway (Grande-Bretagne)	3
[illegible]	Chemins de fer de Paris à Orléans (France).	3
[illegible]	Première Société des chemins de fer secondaires en Russie	5
[illegible]	Chemins de fer de l'État de Finlande (Russie).	3
[illegible]	Société pour l'exploitation des chemins de fer de l'État néerlandais (Pays-Bas)	...
[illegible]	Commission internationale du Congrès et chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée (France)	4
[illegible]	Compagnie générale des chemins de fer secondaires (Belgique)	...
[illegible]	Chemins de fer de l'État de Finlande (Russie).	2
[illegible]	Gouvernement et administration des chemins de fer, des télégraphes et du port d'Alexandrie (Egypte)	2 & 3
[illegible]	Section anglaise et Great Northern Railway (Grande-Bretagne)	1, 2, 3, 4 & 5
[illegible]	Central Argentine Railway (République Argentine)	2
[illegible]	Chemin de fer Vladicaucase (Russie).	3 & 4
[illegible]	Ministère des travaux publics (Siam).	4
[illegible]	Chemins de fer de la Vistule (Russie)	1 & 4
[illegible]	Chemin de fer de Dombrova-Ivangorod (Russie)	2 & 3

NUMÉRO D'ORDRE. (NUMBER.)	NOM. (NAME.)	ADMINISTRATION DÉLÉGANTE. (DELEGATED BY.)	SECTIONS.
683	OMMANNEY (Sir Montagu) .	Ministère du commerce (*Board of Trade*) (Royaume uni de Grande-Bretagne et d'Irlande).	5
684	ORBAN (Léon)	Chemin de fer du Nord de la Belgique . .	...
685	ORENS	Chemins de fer du Calvados (France). . .	5
686	ORR (H. H.)	Section anglaise	5
687	ORSEL.	Ministère des travaux publics (France) . .	3
688	OTTOLENGHI	Ministère des travaux publics (Italie) . .	...
689	OTWAY (the Right Hon. Sir Arthur).	Section anglaise et London, Brighton and South Coast Railway (Grande-Bretagne) .	4
690	OUTINE (Jacques) . . .	Chemins de fer de Rybinsk-Bologoë (Russie).	3 & 4
691	OWEN (George)	Cambrian Railways (Grande-Bretagne) . .	1, 2, 3 & 4
692	OWENS (C. J.)	London and South Western Railway (Grande-Bretagne).	3, 4 & 5
693	PACCO (Aimé)	Tramways à vapeur de la province d'Alexandrie (Italie)	5
694	PADER	Chemins de fer de Paris à Orléans (France).	3
695	PAGET (G. E.)	Manchester, Sheffield and Midland Joint Committee (Grande-Bretagne)	...
696	PALLAVICINI (Son Exc. le Margrave Alexander).	Chemins de fer du Nord Empereur Ferdinand (Autriche)	5
697	PANZARASA (Alessandro) .	Tramways de la province de Florence (Italie).	2
698	PARENT	Chemins de fer de l'État (France) . . .	2
699	PARISH (Frank)	Buenos-Ayres Great Southern Railway (République Argentine).	1, 2, 3, 4 & 5
700	PARK (C. A.).	London and North Western Railway (Grande-Bretagne).	2
701	PARKER (J. G.)	New York, New Haven and Hartford Railway (États-Unis d'Amérique)	5
702	PARKES (R. A.)	Tralee and Dingle Light Railway (Grande-Bretagne).	1, 3 & 5
703	PATTIN	Compagnie Meusienne de chemins de fer (France)	5
704	PAUER (François) . . .	Société autrichienne-hongroise des chemins de fer de l'État (Autriche)	2
705	PAYNE-SHEARES (T. W.). .	Cork, Bandon and South Coast Railway (Royaume uni de Grande-Bretagne et d'Irlande).	...
706	PEACE (Walter)	Agence générale de la colonie de Natal (Grande-Bretagne et colonies)	1, 2, 3, 4 & 5
707	PEARSON (Harry). . . .	New York, Ontario and Western Railway (États-Unis d'Amérique)	3 & 4
708	PEASE (Sir Jos. W.). . .	North Eastern Railway (Grande-Bretagne).	...
709	PEEMANS (H.)	Chemin de fer de Valence et Aragon (Espagne)	...
710	PELLÉ.	Ministère du commerce, de l'industrie, des postes et des télégraphes (France) . . .	5
711	PELLEGRINI (Adolphe) . .	Chemin de fer central et tramways du Canavèse (Italie)	3 & 5
712	PELLETAN (André) . . .	Ministère du commerce, de l'industrie, des postes et des télégraphes (France). . .	2 & 4
713	PEREIRE (Emile). . . .	Chemins de fer du Nord de l'Espagne . .	...
714	PEREIRE (Maurice) . . .	Chemins de fer du Nord de l'Espagne . .	...
715	PERÉVOZNIKOFF (M.). . .	Chemins de fer de l'Etat, ligne de Riga-Orel (Russie)	2 & 3

NUMÉRO D'ORDRE. (NUMBER.)	NOM. (NAME.)	ADMINISTRATION DÉLÉGANTE. (DELEGATED BY.)	SECTIONS.
716	PERK (H. A.)	Société pour l'exploitation des chemins de fer de l'Etat néerlandais (Pays-Bas)	3 & 5
717	PERL (Louis DE)	Commission internationale du Congrès et Ministère des voies de communication (Russie)	3 & 4
718	PÉROUSE (D.)	Chemins de fer ottomans de Beyrouth-Damas-Hauran (Turquie)	3 & 5
719	PESARO	Union des chemins de fer italiens d'intérêt local (Italie)	...
720	PETERSSON (Major P.)	Chemins de fer de Norsholm-Westervik-Hultsfred (Suède)	2
721	PÉTROFF (Nicolas DE)	Commission internationale du Congrès	...
722	PETSCHE	Chemin de fer de l'Est (France)	1 & 3
723	PEYROU (Prosper)	Chemin de fer de Chivasso à Ivréa (Italie).	4
724	PEYTEL	Chemins de fer de l'Ouest algérien (Algérie).	...
725	PHILIPPE	Commission internationale du Congrès et chemins de fer du Nord français (lignes Nord belges) (Belgique).	3
726	PHILIPPSON (F.)	Compagnie des chemins de fer Sud-Ouest brésiliens (Brésil)	...
727	PHILLIPPS (W. D)	North Staffordshire Railway (Grande-Bretagne).	1 & 3
728	PICARD (Alfred)	Commission internationale du Congrès, Ministère des travaux publics et Ministère du commerce (France)	4
729	PICARD (René)	Chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée (France)	3
730	PICKERSGILL (William)	Great North of Scotland Railway (Grande-Bretagne).	2
731	PICOT (Georges)	Chemins de fer du Midi (France).	4
732	PIERON	Chemins de fer du Nord français (lignes Nord belges) (Belgique).	3 & 4
733	PIHL (C.)	Ministère des travaux publics et chemins de fer de l'Etat (Norvège)	1 & 5
734	PINION (James)	Belfast and County Down Railway (Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande)	...
735	PIOT	Chemins de fer d'intérêt local du département des Landes (France).	4
736	PLAKIDA (Alexandre)	Administration centrale des chemins de fer de l'Etat (Russie)	1 & 5
737	PLANAS (Claudio)	Chemins de fer de Tarragone à Barcelone et à la France (Espagne)	...
738	PLANCHER (Henry)	Chemins de fer méridionaux (réseau de l'Adriatique) (Italie).	2
739	PLATT (C. H.)	New York, New Haven and Hartford Railway (Etats-Unis d'Amérique)	3
740	PLAYFORD (The Hon. Thom.)	Agence générale de l'Australie du Sud (Grande-Bretagne et colonies)	5
741	PLEWS (Henry)	Great Northern Railway (Grande-Bretagne).	4
742	PLOCQ (Ernest)	Société générale des chemins de fer économiques (France).	3 & 5
743	PLUNKET (The Right Hon. D. R.).	North London Railway et London and North Western Railway (Grande-Bretagne)	...
744	POIDATZ (A.)	Chemin de fer de Pithiviers (Loiret) à Toury (Eure-et-Loire) (France)	5

NUMÉRO D'ORDRE. (NUMBER.)	NOM. (NAME.)	ADMINISTRATION DÉLÉGANTE. (DELEGATED BY.)	SECTIONS.
745	POLIAKOFF (L. T.) . . .	Chemin de fer de Fastov (Russie) . . .	4
746	POLLITT (Harry). . . .	Manchester, Sheffield and Lincolnshire Railway (Grande-Bretagne)	1, 2 & 3
747	POLLITT (William) . . .	Manchester, Sheffield and Lincolnshire Railway (Grande-Bretagne)	1, 2, 3 & 4
748	POLLONE (Eugène) . . .	Chemins de fer secondaires de la Sardaigne (Italie)	5
749	POMERANZOFF (A. A.). . .	Chemins de fer de Riazane-Ouralsk (ligne de Tambov-Kamichine) (Russie) . . .	...
750	PONTZEN	Ministère du commerce, de l'industrie, des postes et des télégraphes (France). . .	2, 3 & 5
751	PORTAL (W. S.)	Section anglaise et London and South Western Railway (Grande-Bretagne) . .	4
752	POSCH (Jules DE). . . .	Chemin de fer d'intérêt local du Szilagysag (Hongrie).	...
753	POURGOLD (Alexandre DE) .	Chemins de fer de Rybinsk-Bologoë (Russie).	...
754	POWELL (Alfred). . . .	Metropolitan District Railway (Grande-Bretagne).	3 & 4
755	PREECE (H. W.). . . .	Ministère du commerce (*Board of Trade*) (Royaume uni de Grande-Bretagne et d'Irlande).	3
756	PRICE (Herbert Rhys) . .	Brecon and Merthyr Tydfil Junction Railway (Grande-Bretagne)	3, 4 & 5
757	PRICE (Joseph)	New York, Ontario and Western Railway (Etats-Unis d'Amérique)	4
758	PRINZIG (Édouard) . . .	Chemin de fer Nord-Ouest autrichien . .	..
759	PRISSE (le Baron) . . .	Commission internationale du Congrès . .	1, 2, 3, 4 & 5
760	PRISSE (Édouard) . . .	Chemin de fer d'Anvers à Gand (Belgique) .	1, 2 & 3
761	PROBST-LOTZ (E.). . . .	Chemin de fer de la vallée de Birsig (Suisse)	...
762	PROSCOURIAKOFF. . . .	Ministère des voies de communication (Russie)	1 & 4
763	PSCHENETZKY	Chemins de fer de Moscou-Brest (Russie) .	1, 2 & 3
764	PUCCI-BANDANA. . . .	Chemin de fer de Turin-Pignerol-Torre-Pellice (Italie)	1
765	PULCIANO (Melchior) . .	Chemin de fer de Chivasso à Ivréa (Italie) .	1
766	RADICE (E.)	Association des tramways italiens (Italie) .	2 & 5
767	RAINCOCK (Henry) . . .	Brazil Great Southern Railway (Brésil). .	...
768	RAMAECKERS.	Commission internationale du Congrès, Ministère des chemins de fer, postes et télégraphes et chem de fer de l'État (Belgique)	3, 4 & 5
769	RAMSDEN (F. J.). . . .	Furness Railway (Grande Bretagne). . .	3 & 4
770	RAMSEY (Lord DE) . . .	Great Northern and Midland joint lines' Committee (Grande-Bretagne)	...
771	RANDICH (Eugène) . . .	Chemins de fer méridionaux (réseau de l'Adriatique) (Italie).	1
772	RATE (L. M.)	Chemins de fer de Lemberg-Czernowitz-Jassy (Autriche)	...
773	RATH (Pierre DE) . . .	Chemin de fer Kaschau-Oderberg (Hongrie).	...
774	RATKOFF-ROJNOFF . . .	Ministère des finances (département des affaires de chemins de fer) (Russie) . .	...
775	RATTI.	Chemins de fer de la Méditerranée (Italie) .	...
776	RAVENEZ (L.).	Chemins de fer de Pithiviers (Loiret) à Toury (Eure-et-Loire) (France) . . .	...

NUMÉRO D'ORDRE. (NUMBER.)	NOM. (NAME.)	ADMINISTRATION DÉLÉGANTE. (DELEGATED BY.)	SECTIONS.
777	Ree (Frank)	London and North Western Railway (Grande-Bretagne)	1, 2, 3, 4 & 5
778	Reitlinger (Nicolas)	Administration centrale des chemins de fer de l'Etat (Russie)	4
779	Rendel (Sir Alex. M.)	East Indian Railway (Grande-Bretagne et colonies)	...
780	Rendel (W. S.)	East Indian Railway (Grande-Bretagne et colonies)	1 & 2
781	Resal	Ministère des travaux publics (France)	1
782	Reynaud (Albert)	Compagnie française des chemins de fer vénézuéliens (Venezuela)	4
783	Ricchiardi (Charles)	Chemins de fer méridionaux (réseau de l'Adriatique) (Italie)	...
784	Richter (J.)	Chemins de fer de l'Etat (ligne de Saint-Pétersbourg à Varsovie) (Russie)	3, 4 & 5
785	Rimbock (Charles)	Société autrichienne-hongroise des chemins de fer de l'Etat (Autriche)	4
786	Rimestad	Chemins de fer de l'Etat (Danemark)	4
787	Ripa di Meana (le Cte Louis)	Ministère des travaux publics (Italie)	3
788	Rixon (A. W.)	Isle of Man Railway (Royaume uni de Grande-Bretagne et d'Irlande)	5
789	Rizzoni (Paul)	Chemins de fer de l'Etat (lignes de Saint-Pétersbourg à Varsovie) (Russie)	2
790	Robbo (G.)	Chemins de fer de la Sicile occidentale (Palerme, Marsala, Trapani) (Italie)	3
791	Roberti (Charles)	Tramways à vapeur de Biella à Vercelli (Italie)	5
792	Roberts (William)	Buenos Ayres and Ensenada Port Railway (République Argentine)	1, 2, 3, 4 & 5
793	Robertson (D. J.)	Bengal and North Western Railway (Empire des Indes)	4
794	Robertson (F. E.)	East Indian Railway (Grande-Bretagne et colonies)	1, 4 & 5
795	Robertson (G. H.)	Liverpool Overhead Railway (Grande-Bretagne)	3
796	Robertson (Thomas)	Great Northern Railway (Ireland) (Royaume uni de Grande-Bretagne et d'Irlande)	4
797	Robinson (Leslie)	Commission internationale du Congrès (secrétaire-rapporteur)	2 & 5
798	Robinson (W.)	Great Western Railway (Grande-Bretagne)	4
799	Rocca	Chemins de fer de la Méditerranée (Italie)	4
800	Roederer	Chemin de fer de ceinture de Paris (France)	...
801	Roessing van Iterson (T. A.)	Chemin de fer Hollandais (Pays-Bas)	2
802	Rognetta (Emile)	Tramways à vapeur et chemins de fer économiques de la province de Pise (Italie)	4
803	Rognetta (F. Benedetto)	Tramways à vapeur et chemins de fer économiques de la province de Pise (Italie)	1
804	Rognoni (César)	Chemin de fer du Nord de Milan (Italie)	1
805	Rol (Vittorio)	Chemin de fer de Reggio-Emilia (Italie)	4
806	Romieu	Ministère du commerce, de l'industrie, des postes et des télégraphes (France)	3, 4 & 5
807	Roos (Alex.)	Chemins de fer de l'Etat (Suède)	1
808	Roosevelt (James R.)	Secrétariat d'État (Etats-Unis d'Amérique)	1, 2, 3, 4 & 5
809	Ropsy-Chaudron	Tramways siciliens (Italie)	5
810	Rosa (José Mesquita da)	Compagnie nationale des chemins de fer portugais	5

NUMÉRO D'ORDRE. (NUMBER.)	NOM. (NAME.)	ADMINISTRATION DÉLÉGANTE. (DELEGATED BY.)	SECTIONS.
811	Rossi	Ministère des travaux publics (Italie)	2
812	Rouffart (Armand)	Chemins de fer économiques du Nord (France)	5
813	Rowan	Compagnie Franco-Algérienne (Algérie)	5
814	Rubricius (Célestin)	Société autrichienne hongroise des chemins de fer de l'Etat (Autriche)	3
815	Rusconi-Clerici (J.)	Société anonyme nationale de tramways et de chemins de fer (Italie)	...
816	Russell (Sir George)	Section anglaise et South Eastern Railway (Grande-Bretagne)	4
817	Rutherford (M.)	East Indian Railway (Grande-Bretagne et colonies)	3
818	Sabouret	Chemins de fer de Paris à Orléans (France)	1
819	Sack (S. T.)	Chemin de fer de Kiev-Voronège (Russie)	1, 2 & 5
820	Sala (Michel)	Chemins de fer du Nord de l'Espagne	1
821	Salazar (Luis)	Secrétariat des communications et des travaux publics (Mexique)	...
822	Saligny (A.)	Ministère des travaux publics et chemins de fer de l'Etat (Roumanie)	1
823	Salkoff	Ministère des voies de communication (Russie)	1 & 3
824	Salomé (R.)	Chemin de fer Vladicaucase (Russie)	1, 3 & 4
825	Salt (Thomas)	North Staffordshire Railway (Grande-Bretagne)	...
826	Salva	Ministère des travaux publics (France)	1 & 3
827	Sandberg (C. P.)	Chemins de fer de l'Etat (Suède)	1
828	Sanllehy (D. Domingo Juan)	Chemin de fer de Medina del Campo à Zamora y de Orense à Vigo (Espagne)	4
829	Sanmark (C. G.)	Chemins de fer de Borga-Kervo (Russie)	...
830	Sargeaunt (Col. R. A.)	Secrétariat d'Etat pour l'empire des Indes (Grande-Bretagne et colonies)	4
831	Sarle (Allen)	London, Brighton and South Coast Railway (Grande-Bretagne)	3 & 4
832	Sarrea Prado (Angelo de)	Chemins de fer de l'Etat dans les colonies (Portugal)	3 & 5
833	Sartiaux (Eugène)	Chemin de fer du Nord (France)	2 & 3
834	Sassen (Georges)	Tramways à vapeur piémontais (Italie)	5
835	Sauvage	Chemins de fer de l'Ouest (France)	2
836	Sax (Dr Emile)	Chemin de fer Nord-Ouest autrichien	...
837	Say (Léon)	Chemin de fer du Nord (France)	4
838	Scala (Theodor von)	Chemins de fer de l'État (Autriche)	3
839	Schaar	Commission internationale du Congrès, Ministère des chemins de fer, postes et télégraphes et chem. de fer de l'Etat (Belgique)	2
840	Schlemmer	Chemin de fer de Bône-Guelma et prolongements (réseau algérien)	...
841	Schneider (A.)	Chemin de fer de Paris à Orléans (France)	4
842	Schotel	Tramways à vapeur de Breskens-Maldegem (Pays-Bas)	5
843	Schreiber (Alexandre de)	Chemins de fer de la vallée de Szamos (Hongrie)	4
844	Schroeder	Compagnie internationale des wagons-lits et des grands express européens (Belgique)	3
845	Schüle (François)	Département des postes et des chemins de fer (Suisse)	1 & 3
846	Schüler (Oscar)	Chemins de fer du Sud de l'Autriche	5

[illegible]ATION DÉLÉGANTE. [illegible]EGATED BY.)	SECTIONS.
[illegible] de l'État (Autriche). . .	2
[illegible] de la Sicile (Italie) . . .	3 & 4
[illegible] Rubattino (Tunis-Bardo-la [illegible] Marsa) (Tunisie)	4 & 5
[illegible] de la Méditerranée (Italie) .	4
[illegible] South Western Railway (Grande-[illegible]	...
[illegible] et London and South West-[illegible] Railway (Grande-Bretagne) . . .	3
[illegible] fer sardes (Italie).	3
[illegible] fer de la Vistule (Russie) . .	1 & 4
[illegible] à vapeur de Biella à Vercelli [illegible]	5
[illegible] Northern and Great Eastern Railway [illegible] joint committee (Gr.-Bretagne).	...
[illegible] nationale des chemins de fer [illegible].	3 & 5
[illegible] d'Eu Railway (Brésil) . . .	4
[illegible] du waterstaat, du commerce et de l'industrie (Pays-Bas)	1 & 4
[illegible] de fer du Nord (France) . . .	3
[illegible] de fer de l'État, lignes de Varsovie-[illegible], de Brest-Kholm, de Sedletz-Malkine et de Narev (Russie)	3 & 4
[illegible] and Merthyr Tydfil Junction Railway (Grande-Bretagne)	4
[illegible] Barnsley and West Riding Junction Railway (Grande-Bretagne).	4 & 5
[illegible] Railway (Grande-Bretagne) . .	2
North British Railway (Grande-Bretagne) .	3
Midland Great Western of Ireland Railway (Royaume uni de Grande-Bretagne et d'Irlande).	4
Chemins de fer de Paris à Orléans (France).	2
Commission internationale du Congrès et Ministère des voies de communication (Russie)	2, 3, 4 & 5
Ministère des voies de communication (Russie)	2
Chemins de fer de l'État (Portugal). . .	3 & 5
Great Western Railway (Grande-Bretagne).	2
Compagnie pour l'exploitation des chemins de fer de l'État néerlandais (Pays-Bas) .	3
Chemins de fer de Suzzara-Ferrara (Italie) .	5
Compagnie des chemins de fer Sud-Ouest brésiliens (Brésil)	5
Midland Railway (Grande-Bretagne). . .	3
Chemin de fer Grand Central Belge (Belgique).	3 & 4
Lancashire and Yorkshire Railway (Grande-Bretagne).	2, 3 & 4
Chemins de fer de Norsholm-Westervik-Hultsfred (Suède)	...

NUMÉRO D'ORDRE. (NUMBER.)	NOM. (NAME.)	ADMINISTRATION DÉLÉGANTE. (DELEGATED BY.)	SECTIONS.
879	STALBRIDGE (the Right Hon. Lord).	Commission internationale du Congrès et London and North Western Railway (Grande-Bretagne)	1 & 2
880	STANDERTSKJOLD (C. G.) .	Chemins de fer de Borga Kervo (Russie) .	...
881	STANE (Aloïs)	Chemins de fer de l'État (Autriche) . . .	...
882	STEENS (Emile)	Tramways et chemins de fer économiques de Rome, Milan, Bologne, etc. (Italie) . .	...
883	STEPHEN (O. L.). . . .	North London Railway (Grande-Bretagne).	...
884	STERN (Isaac).	Tramways à vapeur interprovinciaux de Milan-Bergame-Crémone (Italie) . . .	...
885	STEVENSON (F.)	London and North Western Railway (Grande-Bretagne).	1, 2, 3 & 4
886	STIFFSON (Emile). . . .	Chemins de fer de l'État (Hongrie) . . .	3 & 4
887	STILEMAN (Frank) . . .	Furness Railway (Grande-Bretagne). . .	...
888	STIRLING (Matthew) . . .	Hull Barnsley and West Riding Junction Railway (Grande-Bretagne)	1 & 2
889	STIRLING (P.).	Great Northern Railway (Grande-Bretagne).	...
890	STOCLET (Victor). . . .	Chemin de fer de l'Est de Lyon (France) .	...
891	STOFFEL	Chemin de fer du Gothard (Suisse) . . .	...
892	STRACHEY (Lieut^nt gén^l R.).	East Indian Railway (Grande-Bretagne et colonies)	3 & 4
893	STRAMBIO DE CASTILLIA (Giovanni)	Chemins de fer secondaires romains (Italie)	4
894	STRIDE (Arthur L.) . . .	London Tilbury and Southend Railway (Grande-Bretagne)	1, 3 & 4
895	SUAREZ (J.)	Ministère des travaux publics (Bolivie) . .	...
896	SURTEES (Colonel C. F.). .	South Eastern Railway (Grande-Bretagne).	1 & 5
897	SÜSS (Nathan)	Chemin de fer de Madrid à Saragosse et à Alicante (Espagne)	2 & 3
898	SUTHERLAND (His Grace the Duke of).	London and North Western Railway (Grande-Bretagne).	...
899	SVIENTZITZKI (Henri DE) .	Chemin de fer de Novgorod (Russie). . .	3 & 5
900	SYTENKO	Ministère des voies de communication (Russie)	1 & 3
901	SZAWTOWSKI (Adam) . .	Chemin de fer de Varsovie-Vienne (Russie).	3 & 4
902	TALBOT (Charles) . . .	Neath and Brecon Railway (Grande-Bretagne).	3
903	TANCIEV (Paul DE) . . .	Chemin de fer de Novgorod (Russie). . .	...
904	TATLOW (Joseph). . . .	Midland Great Western of Ireland Railway (Royaume uni de Grande-Bretagne et d'Irlande).	4
905	TAUSSIG (le Chevalier Théodore DE).	Société autrichienne-hongroise des chemins de fer de l'Etat (Autriche)	4
906	TAYLOR (James L.). . .	Pennsylvania Railroad (États-Unis d'Amérique)	1, 2, 3 & 4
907	TCHERVINSKY (S.) . . .	Chemin de fer Vladicaucase (Russie). . .	2 & 4
908	TCHOCOLOFF (Petrovitch) .	Chemin de fer de Moscou-Iaroslav et Arkhangelsk (Russie)	...
909	TEGNER	Ministère de l'intérieur et des travaux publics (Danemark)	4
910	TEISSIER	Ministère des travaux publics (France) . .	3, 4 & 5
911	TENNANT (Sir Charles) . .	North British Railway (Grande-Bretagne) .	...
912	TENNANT (Henry) . . .	North Eastern Railway (Grande-Bretagne) .	2, 3 & 5
913	TERZI	Chemin de fer de Suzzara-Ferrara (Italie) .	5
914	THALY (Emile DE) . . .	Chemin de fer de Mohacs-Fünfkirchen (Hongrie)	...

NUMÉRO D'ORDRE. (NUMBER.)	NOM. (NAME.)	ADMINISTRATION DÉLÉGANTE. (DELEGATED BY.)	SECTIONS.
915	THALY (Sigismond) . . .	Chemin de fer de l'État (Hongrie) . . .	2 & 3
916	THOMAS (Charles) . . .	Midland Railway (Grande-Bretagne). . .	3
917	THOMAS (J. W.). . . .	Nashville, Chattanooga, and St-Louis Railway (États-Unis d'Amérique)	1, 2 & 3
918	THOMPSON (A. M.) . . .	London and North Western Railway (Grande-Bretagne)	...
919	THOMPSON (James) . . .	Section anglaise et Caledonian Railway (Grande-Bretagne)	1, 2, 3, 4 & 5
920	THOMPSON (Thomas Roe) .	Barry Railway (Grande-Bretagne) . . .	4
921	THOMSON (Frank) . . .	Pennsylvania Railroad (Etats-Unis d'Amérique).	1, 2, 3, 4 & 5
922	THOMSON (Thomas Frame) .	Mobile and Birmingham Railway (Etats-Unis d'Amérique)	3 & 5
923	THONET (Charles) . . .	Chemin de fer du Nord de Milan (Italie). .	1, 2 & 5
924	THYS (Albert)	Département des affaires étrangères du Congo.	2, 3 & 5
925	TIETGEN (C. F.)	Chemin de fer de Lolland-Falster et chemin de fer de l'Est de Seeland (Danemark). .	...
926	TIPPING (W.).	Section anglaise et London and North Western Railway (Grande-Bretagne) . .	4
927	TOLNAY (Cornel). . . .	Ministère du commerce (Hongrie) . . .	1
928	TORRENS (Gerard Philip.) .	Conde d'Eu Railway (Brésil)	2
929	TOSO (le Dr Antonio). . .	Chemin de fer de Reggio-Emilia (Italie). .	4
930	TOUCEY (John M.) . . .	New York Central and Hudson River Railroad (Etats-Unis d'Amérique)	1, 2 & 3
931	TOURNERIE (DE LA) . . .	Commission internationale du Congrès . .	1
932	TOURTSEVITZ (Joseph) . .	Chemins de fer de l'État (ligne Nicolas) (Russie)	1 & 3
933	TOWNE (A. N.).	Southern Pacific Railroad (États-Unis d'Amérique).	...
934	TRAZ (André DE). . . .	Chemin de fer de Dakar à St-Louis (Sénégal).	...
935	TRAZ (Edouard DE) . . .	Chemins de fer régionaux des Bouches-du-Rhône (France)	3
936	TREUIMFELD (le Chevalier Alfred Tunkler VON).	Chemin de fer de Vienne-Aspang (Autriche).	5
937	TROMPOWSKI LEITAO DE ALMEIDA (Roberto).	Ministère des travaux publics, du commerce et de l'agriculture (Brésil)	2
938	TSCHIEMER (Johann). . .	Département des postes et des chemins de fer (Suisse)	1 & 3
939	TUNSTILL (W.)	Lancashire and Yorkshire Railway (Grande-Bretagne).	1, 2, 3 & 4
940	TUPPER (Sir Charles) . .	Département des chemins de fer et canaux du Dominion du Canada	5
941	TURNER (G. H.)	Section anglaise et Midland Railway (Grande-Bretagne).	3
942	TWEEDDALE (The Marquess OF).	Section anglaise et North British Railway (Grande-Bretagne)	4
943	TWELVETREES (R. H.) . .	Great Northern Railway (Grande-Bretagne).	3
944	TYLER (Sir H. W.). . . .	Great Eastern Railway (Grande-Bretagne) .	2
945	ULENS (Léon)	Chemin de fer de l'Est de Lyon (France). .	...
946	ULLMANN (Louis DE) . .	Chemin de fer de Mohacs Fünfkirchen (Hongrie).	...
947	UNDERDOWN (E. M.). . .	Antofagasta (Chili) and Bolivia Railway (Chili).	1 & 2
948	URBAN (Albert)	Chemin de fer de l'Est belge (Belgique) . .	...

NUMÉRO D'ORDRE. (NUMBER.)	NOM. (NAME.)	ADMINISTRATION DÉLÉGANTE. (DELEGATED BY.)	SECTIONS.
949	URBAN (E.)	Société générale de chemins de fer économiques (Belgique)	...
950	URBAN (Jules)	Commission internationale du Congrès et chemin de fer Grand Central Belge (Belgique).	5
951	URBAN (Maurice). . . .	Chemin de fer Grand Central Belge (Belgique).	...
952	UYTBORCK	South Eastern Railway (Grande-Bretagne).	3
953	VALLON	Chemin de fer du Nord français (lignes Nord belges) (Belgique).	...
954	VAN DEN BOGAERDE (E.). .	Chemins de fer de la Flandre occidentale (Belgique)	...
955	VAN DEN BROECK (Al.) . .	Chemin de fer de Malines-Terneuzen (Belgique)	1, 2, 3, 4 & 5
956	VAN DER STRAETEN (Albert)	Tramways florentins (Italie)	1
957	VAN DE WYNCKELE (J. E.) .	Chemins de fer Guillaume-Luxembourg (Luxembourg)	...
958	VANE-TEMPEST (Lord Henry)	Cambrian Railways (Grande-Bretagne) . .	...
959	VAN HASSELT (Robert) . .	Chemin de fer Hollandais (Pays-Bas). . .	3 & 4
960	VANKEERBERGHEN (Léon) .	Tramways et chemins de fer économiques de Rome-Milan-Bologne (Italie) . . .	5
961	VAN KERKWIJK (J. J.) . .	Commission internationale du Congrès et Ministère du waterstaat, du commerce et de l'industrie (Pays-Bas)	5
962	VAN OVERBEKE (Albéric) .	Chemin de fer de l'Apennin Central (Italie).	5
963	VAN RYN (K.)	Tramways néerlandais (Pays-Bas) . . .	5
964	VARVARO (Roberto). . .	Chemins de fer de la Sicile (Italie) . . .	4 & 5
965	VASARHELYI (Béla DE) . .	Chemins de fer unis d'Arad et de Csanad (Hongrie)	5
966	VASCONCELLOS PORTO (Antonio DE).	Compagnie royale des chemins de fer portugais.	...
967	VAUCAMPS (A.)	Chemin de fer du Nord de Milan (Italie). .	5
968	VEHIL (Domingo) . . .	Chemins de fer et mines de San Juan de las Abadesas (Espagne).	...
969	VELASCO (Estanislao) . .	Secrétariat des communications et des travaux publics (Mexique).	3 & 5
970	VERGÉ	Chemins de fer de Paris à Orléans (France).	...
971	VERGÉ (Henry)	Société générale des chemins de fer économiques (France).	5
972	VERLOOP (J. W.). . . .	Chemin de fer Central néerlandais (Pays-Bas).	2
973	VERNON (the hon. G. R.) .	Caledonian Railway (Grande-Bretagne) . .	...
974	VERSCHOWSKY (M. P.) . .	Chemins de fer de Riazane-Ouralsk (ligne de Riazane-Saratov) (Russie)	. .
975	VERWILGHEN-GORIS . . .	Chemin de fer d'Anvers à Gand (Belgique) .	3, 4 & 5
976	VILERS (E.)	Tramways napolitains (Italie).	2 & 5
977	VILINSKI	Ministère des finances (département des affaires de chemins de fer) (Russie) . .	4 & 5
978	VISINET	Chemins de fer de l'Ouest (France). . .	3
979	VOORHEES (Théodore) . .	American Railway Association (États-Unis d'Amérique)	1 & 4
980	VOORHOEVE (J. M.) . . .	Chemin de fer Brabant septentrional allemand (Pays-Bas)	...
981	WALLAERT (E.)	Tramways à vapeur des provinces de Vérone et Vicence (Italie)	5
982	WALL BAKE (R. W. I. C. VAN DEN).	Compagnie néerlandaise Sud-Africaine de chemins de fer (Pays-Bas et colonies) .	...

NUMÉRO D'ORDRE. (NUMBER.)	NOM. (NAME.)	ADMINISTRATION DÉLÉGANTE. (DELEGATED BY.)	SECTIONS.
983	WALLER (Charles Bullen) .	Mobile and Birmingham Railway (États-Unis d'Amérique)	3
984	WALLERSTEIN (Paul) . .	Chemins de fer régionaux des Bouches-du-Rhône (France)	...
985	WALTER (Alfred) . . .	American Railway Association (États-Unis d'Amérique)	2 & 3
986	WANDRE (DE).	Chemins de fer du Périgord (France) . .	...
987	WARSCHAVSKY	Chemins de fer de Moscou-Brest (Russie) .	...
988	WARSCHAWSKY (Léon) . .	Chemins de fer de Tsarskoé-Selo (Russie) .	...
989	WARU	Chemin de fer du Nord français (lignes Nord belges) (Belgique)	4
990	WASIUTYNSKI (Alexandre) .	Chemin de fer de Varsovie Vienne (Russie).	1 & 3
991	WASSILEVSKY (Paul) . .	Administration centrale des chemins de fer de l'État (Russie)	...
992	WATSON (Sir Renny) . .	Glasgow and South Western Railway (Grande-Bretagne)	4
993	WATTS (Henry)	Great Western of Brazil Railway (Brésil) .	1
994	WAUTERS (A. J.). . . .	Compagnie du chemin de fer du Congo . .	4
995	WEBB (F. W.)	London and North Western Railway (Grande-Bretagne)	5
996	WEBB (H. Walter) . . .	New York Central and Hudson River Railroad (États Unis d'Amérique). . .	3
997	WEISGERBER	Chemins de fer ottomans de Beyrouth-Damas-Hauran (Turquie)	1
998	WEISS	Chemins de fer de l'Est (France). . . .	3 & 5
999	WEISSENBRUCH (Louis) . .	Commission internationale du Congrès, Ministère des chemins de fer, postes et télégraphes et chem. de fer de l'État (Belgique)	1 & 4
1000	WELSH (John Lowber) . .	Denver and Rio Grande Railway (Etats-Unis d'Amérique)	...
1001	WENDRICH (le Colonel Alfred DE).	Ministère des voies de communication (Russie)	3, 4 & 5
1002	WERCHOVSKY (Vladimir) .	Commission internationale du Congrès et Ministère des voies de communication (Russie)	1 & 4
1003	WESTERGAARD	Chemins de fer de l'État (Danemark). . .	3 & 4
1004	WHARNCLIFFE (the Right Hon. the Earl of).	Manchester, Sheffield and Lincolnshire Railway (Grande-Bretagne)	...
1005	WHISSELL (G. H.) . .	Metropolitan Railway (Grande-Bretagne) .	...
1006	WHITELEGG (Thomas) . .	London, Tilbury, and Southend Railway (Grande-Bretagne)	2 & 4
1007	WHITWHAM (Fr. George) .	Chemins de fer sardes (Italie).	3, 4 & 5
1008	WIGRAM (R.).	Great Northern Railway (Grande-Bretagne).	...
1009	WILBUR (Rollin H.). . .	Lehigh Valley Railroad (États-Unis d'Amérique)	2 & 4
1010	WILDHAGEN	Compagnie internationale des wagons-lits et des grands express européens (Belgique).	2
1011	WILKINS (Thomas) . . .	East and West Junction and Stratford-upon-Avon Railway (Grande-Bretagne). . .	3
1012	WILKINSON (C. N.) . . .	North Eastern Railway (Grande-Bretagne).	1 & 3
1013	WILKINSON (J. L.) . . .	Great Western Railway (Grande-Bretagne).	3 & 4
1014	WILLIAMS (Laurence A.) .	Brazil Great Southern Railway (Brésil).	...
1015	WILLIAMS (Morgan B.) . .	Rhondda and Swansea Bay Railway (Grande-Bretagne)	...
1016	WILMART (Jules). . . .	Chemin de fer Prince-Henri (Luxembourg).	5
1017	WILMART (Nestor) . . .	Chemin de fer de Gand à Terneuzen (Belgique)	...

NUMÉRO D'ORDRE. (NUMBER.)	NOM. (NAME.)	ADMINISTRATION DÉLÉGANTE. (DELEGATED BY.)	SECTIONS.
1018	WILSON (J.)	Great Eastern Railway (Grande-Bretagne).	5
1019	WILSON (R. T.)	Denver and Rio Grande Railway (États-Unis d'Amérique)	...
1020	WISE (Berkley D.) . . .	Belfast and Northern Counties Railway (Royaume uni de Gr.-Bretagne et d'Irlande).	1 & 5
1021	WOOD (G. H.)	Isle of Man Railway (Royaume uni de Grande-Bretagne et d'Irlande	3 & 5
1022	WORMS DE ROMILLY . . .	Ministère des travaux publics (France) . .	2
1023	WORSDELL (W.)	North Eastern Railway (Grande-Bretagne).	2
1024	WORTHINGTON (W. B.) . .	Lancashire and Yorkshire Railway (Grande-Bretagne).	1, 2 & 5
1025	WORTLEY (Stuart) . . .	Wrexham Mold and Connah's Quay Railway (Grande-Bretagne)	...
1026	WOYARD (Émile). . . .	Chemin de fer de Tournai à Jurbise et de Landen à Hasselt (Belgique)	4
1027	WOYNO (Louis)	Chemin de fer de Varsovie-Vienne (Russie).	2
1028	WRÉDENSKY (Basile). . .	Chemins de fer Sud-Est (Russie)	3
1029	YASTCHEMBSKI (Constantin DE).	Chemin de fer de Rybinsk-Bologoë (Russie).	4 & 5
1030	YÉNAKIEFF (Théodore) . .	Première Société des chemins de fer secondaires en Russie.	...
1031	YERMOLOFF (Alexandre). .	Ministère des voies de communication (Russie)	4
1032	YORKE (Lieutenant-Colonel H. A.).	Ministère du commerce (*Board of Trade*) (Royaume uni de Grande-Bretagne et d'Irlande).	1, 2, 3, 4 & 5
1033	YOSSIMOVITCH (Milivoie) .	Ministère des travaux publics (Serbie) . .	1, 4 & 5
1034	YOULE (A. P.)	Great Western of Brazil Railway (Brésil) .	5
1035	YOUNG (Sir Wm L.). . .	Midland Uruguay Railway (Uruguay) . .	3
1036	ZANOTTA	Chemins de fer de la Méditerranée (Italie).	1 & 3
1037	ZAVANELLA (Achille) . .	Chemin de fer de Suzzara-Ferrara (Italie).	5
1038	ZEHETNER (le Dr Ferdinand).	Chemins de fer de l'État (Autriche) . . .	4
1039	ZELIS (J. B.).	Chemin de fer Brabant septentrional allemand (Pays-Bas).	...
1040	ZENS (Albert)	Chemins de fer départementaux (France).	5
1041	ZENS (P.).	Chemins de fer départementaux (France).	5
1042	ZIELINSKI (Étienne) . . .	Chemin de fer de Varsovie-Vienne (Russie).	4
1043	ZIFFER (E. A.)	Chemins de fer de Lemberg, Czernowitz, Jassy (Autriche).	1 & 5
1044	ZINGLER (Max)	Chemins de fer de Lemberg, Czernowitz, Jassy (Autriche).	5
1045	ZOUROFF (W. L.) . . .	Chemins de fer de Riazane-Ouralsk (Ligne de Riazane-Saratov) (Russie)	...
1046	ZWOLINSKI (Nicolas DE). .	Ministère de l'intérieur (Russie)	4 & 5

DISPOSITIONS

STATUTAIRES & RÉGLEMENTAIRES

DU CONGRÈS INTERNATIONAL DES CHEMINS DE FER (1)

BUT ET DÉFINITION.

ARTICLE PREMIER. — Le *Congrès international des chemins de fer* est une association permanente ayant pour but de favoriser les progrès des chemins de fer.

ART. 2. — L'Association se compose d'Administrations de chemins d'État et d'Administrations concessionnaires ou exploitantes de chemins de fer d'intérêt public qui ont fait acte d'adhésion.

Les Gouvernements adhérant à l'Association se font représenter par des délégués.

COMMISSION INTERNATIONALE PERMANENTE.

ART. 3. — L'Association est représentée par une Commission internationale qui est élue par le Congrès. Cette Commission a son siège à Bruxelles.

Les fonctions de ces membres sont honorifiques.

ART. 4. — La Commission est chargée d'examiner les demandes d'adhésion des Administrations de chemins de fer faites en conformité des articles 1 et 2 et de statuer à leur sujet. Ne seront pas considérées comme Administrations de chemins de fer celles qui n'ont

(1) Pour les dispositions formant règlement des sessions, voir spécialement les articles 10 à 16.

CONSTITUTION

AND BYE-LAWS

OF THE INTERNATIONAL RAILWAY CONGRESS (1)

OBJECT AND SCOPE.

1. — The *International Railway Congress* is a permanent association established to promote the progress and development of railways.

2. — It is composed of railway administrations which have formally joined whether state or private and either owning or working lines for public traffic.

Governments joining are represented by delegates.

PERMANENT INTERNATIONAL COMMISSION.

3. — The Congress is represented by a permanent International Commission which it elects. The office of this Commission is at Brussels and its members give their services gratuitously.

4. — It is the duty of the Commission to consider and decide upon the application for membership of the Congress made by railway administrations in accordance with articles 1st and 2nd. Administrations whose primary object is not the working of railways will not

(1) For the bye-laws of the sessions see specially articles 10 to 16.

pas en vue l'exploitation de chemins de fer en ordre principal. La Commission peut, pour les admissions nouvelles, déterminer un minimum de développement kilométrique ou d'autres conditions d'admission pour chaque catégorie de chemins de fer [1].

En outre, la Commission est chargée d'or-

be regarded as railway administrations. In admitting new adherents the Commission may lay down for each class of lines a minimum mileage or other qualification [1].

Further, it is the duty of the Commission

[1] *Conditions d'admission arrêtées par la Commission internationale, dans sa séance du 29 juillet 1893, en exécution de l'article 4 des statuts revisés à Saint-Pétersbourg en 1892.*

I. — Pour pouvoir être admise à participer à l'Association du Congrès, toute Administration de chemins de fer devra adresser au président de la Commission internationale une demande portant l'engagement de se conformer aux prescriptions des statuts. La demande devra être accompagnée des documents nécessaires pour qu'il soit possible de se rendre compte de la nature et de la situation de l'entreprise.

II. — La demande ne pourra pas être prise en considération :

1° Si le chemin de fer n'est pas d'intérêt public, c'est-à-dire s'il n'a pas donné lieu à un acte de concession de l'autorité publique compétente (à moins qu'il n'appartienne à l'État) et s'il n'a pas ouvert un service public ;

2° Si la traction des véhicules n'a pas lieu par des moyens mécaniques ;

3° Si l'Administration adhérente n'a pas en vue l'exploitation des chemins de fer en ordre principal, c'est-à-dire notamment si la partie du capital consacrée à des chemins de fer n'est pas plus forte que celle affectée à un autre but (exploitation de services de navigation, de tramways à traction par chevaux, d'usines, hôtels, etc.);

4° Si le chemin de fer n'a pas un développement minimum de 50 kilomètres pour les lignes à traction par locomotives ordinaires ou de 25 kilomètres pour les lignes exploitées par un mode spécial de traction mécanique.

Le minimum de 50 kilomètres sera appliqué aux lignes mixtes, en faisant entrer en ligne de compte les sections à crémaillère pour le double de leur longueur.

Le même minimum sera appliqué aux lignes en voie de construction, avec cette réserve que ces lignes ne pourront être admises à participer au Congrès avant d'avoir 25 kilomètres en exploitation par la vapeur ou la moitié par mode de traction spécial.

III. — Tout chemin de fer admis après la date du 31 août 1892 qui cessera de remplir les conditions précédentes, ou tout chemin de fer qui entrera en liquidation ou en faillite, cessera *ipso facto* de faire partie de l'Association. Il en sera de même de tout chemin de fer qui n'aura plus payé ses cotisations depuis plus de deux exercices.

IV. — Tout chemin de fer ayant été rayé, sur sa demande ou autrement, de la liste des participants au Congrès, ne pourra être réadmis que moyennant le payement des cotisations correspondant aux exercices écoulés depuis la dernière session du Congrès.

[1] *Regulations for admission to membership of the Congress laid down by the Commission on July 29, 1893, in accordance with the article 4 of the constitution as amended in Saint-Petersburg in 1892.*

I. — Every Railway Administration desirous of admission to membership of the Congress must address to the president of the International Commission a formal application to that effect. The application, which carries with it an obligation to submit to the rules of the Congress, must be accompanied by such documents as may be required to establish the nature and position of the administration.

II. — No application can be entertained unless :

1. The Railway is public, that is to say (except where it belongs to the State), has been authorised by Act or charter of the public authority having jurisdiction in the matter, and is open for public traffic;

2. Is worked by mechanical means;

3. The Administration applying for admission is primarily a Railway Administration and more especially, the portion of the capital devoted to Railway purposes is larger than that directed to any other object (steamboat services, horse tramways, mines and works, hotels, etc.);

4. The Railway has, in the case of lines worked by locomotives, a minimum length of 32 miles (50 kilometres) or of lines worked by any special means of mechanical traction, a minimum length of 16 miles (25 kilometres).

This minimum of 32 miles (50 kilometres) will be applicable to mixed systems, a section of rack railway being reckoned, however, as twice its actual length.

The same minimum will apply to lines in course of construction, provided however that such lines shall not be admitted to membership of the Congress until 16 miles (25 kilometres) worked by locomotives or half that length worked by special mechanical means shall be actually open for traffic.

III. — Any Railway admitted to membership after August 31, 92 which shall cease to comply with the foregoing requirements or any Railway which shall go into liquidation or become bankrupt shall *ipso facto* cease to be a member of the Congress. The same rule shall apply to a Railway which for two years in succession shall have failed to pay its subscriptions.

IV. — A Railway which at its own request or for any other cause has ceased to be a member of the Congress, shall before readmission be required to pay up the back subscriptions which would have been due from it since the last session of the Congress.

ganiser les sessions du Congrès, de désigner les questions à examiner, d'en préparer l'étude, de faire rédiger et de publier les comptes rendus des débats, de dresser le budget, de fixer les cotisations en conformité de l'article 17, de surveiller la gestion des finances et, généralement, de faire procéder à tous les travaux, études et publications qu'elle juge utiles dans l'intérêt de l'œuvre poursuivie par l'Association.

Art. 5. — La Commission internationale se compose des anciens présidents de session, membres de droit, et de 33 membres élus.

Son bureau comprend : 1 président, 2 vice-présidents, 1 secrétaire général, 1 secrétaire et 1 trésorier.

Les membres élus sont, autant que possible, choisis dans les différentes nationalités des adhérents. En aucun cas, il ne peut y avoir plus de 9 membres élus appartenant à la même nationalité.

Lorsque le lieu de réunion d'une session du Congrès est déterminé, la Commission internationale peut s'adjoindre, à titre temporaire, des membres choisis dans le pays où la prochaine assemblée doit être tenue.

La Commission nomme son secrétaire et son trésorier. Ils n'ont, en cette qualité, que voix consultative.

Art. 6. — La Commission internationale élit dans son sein les membres de son bureau dans la première séance qui suit une session du Congrès.

La Commission se réunit sur la convocation du président, aussi souvent que l'intérêt de l'Association l'exige, et au moins une fois par an.

Elle doit être convoquée lorsque cinq de ses membres le demandent. Les séances de la Commission sont présidées par le président. En cas d'empêchement, le président est remplacé par un des vice-présidents.

Les résolutions de la Commission sont prises à la majorité des voix des membres

to organise the Congress meetings, to prepare a programme of questions for discussion and be responsible for their preliminary treatment, to publish reports of the discussions, to draw up a balance sheet, to fix, subject to article 17, the amount of the annual subscriptions, to be responsible for the finances and generally to set on foot any investigations and issue any reports and other publications which will in its judgment further the objects for which the Congress is established.

5. — The International Commission is composed of ex-presidents of the sessions of the Congress, who are members *ex officio,* and 33 elected members.

Its officers are a president, two vice-presidents, a general secretary, a secretary and a treasurer.

The elected members are as far as possible chosen to represent the different nations. Under no circumstance shall any one nation have more than nine representatives.

When the place of meeting for a session of the Congress has been fixed the International Commission is empowered to coopt as temporary members representatives of the country where the meeting is to be held.

The commission appoints its secretary and its treasurer. As such they have no right to vote.

6. — The International Commission at its first meeting after a session of the Congress elects its president, vice-presidents and general secretary from amongst its own number.

The commission is summoned by the president to meet when the business of the Congress requires it, but in any case at least once a year.

Any five members may require a meeting to be summoned. The president takes the chair, or in his absence one of the vice-presidents.

Questions are decided by the votes of the majority of members present. If the votes

présents. En cas de partage, la voix [illegible] qui préside est prépondérante.

Les délibérations de la C[illegible] constatées par des procès-verbaux. [illegible] sont valables que si [illegible] membres [illegible] prennent part.

Si, dans une première réunion [illegible] n'est pas atteint, il peut être [illegible] réunion suivante, [illegible] d'intervalle, quel que [illegible] bres présents.

Art. 7. — Les [illegible] Commission [illegible] par tiers [illegible] chaque [illegible]

Elle fixe, dans [illegible] renouvellement [illegible] bres lors des [illegible]

Les [illegible]

La C[illegible] de se compléter par [illegible] de membres [illegible] adhérents. [illegible] tion définitive [illegible] sion.

COMITÉ DE DIRECTION

Art. 8. — [illegible] une session [illegible] ses membres, qui [illegible] tion.

Le C[illegible] sident, [illegible] bres.

Le [illegible]

Le [illegible] deux sessions [illegible] vité.

Le C[illegible]

[illegible]

ment sur l'initiative du président ou à la demande de trois membres.

ART. 9. — Le Comité est chargé spécialement de l'expédition des affaires courantes, de la gestion des finances, ainsi que de la surveillance et de la direction de tous les travaux, études et publications, de la rédaction du *Bulletin*, de la conservation de la bibliothèque et des archives. Il fait imprimer entièrement ou partiellement les mémoires et les documents destinés au Congrès qu'il lui paraît nécessaire de distribuer pour éclairer les discussions. Il se tient à la disposition des adhérents pour leur fournir les renseignements spéciaux qui lui seraient demandés.

Le Comité nomme et révoque le personnel.

L'exécution des décisions du Comité est confiée à son bureau (1).

(1) *Règlement d'ordre intérieur du Comité de direction.*

I et II. — (Voir les articles 8 et 9 des statuts.)

III. — Le Comité se réunit à son local ordinaire, rue de Louvain, 11, à Bruxelles, sur convocation du président, et, autant que possible, le dernier samedi d'un mois.

En cas d'empêchement du président, le Comité désigne un de ses membres pour le remplacer (*).

Les convocations énoncent l'ordre du jour.

IV. — La présence de trois membres suffit pour délibérer valablement.

Les procès-verbaux des séances sont adressés à tous les membres du Comité.

V. — Les affaires soumises au Comité sont traitées en observant la division du travail du Congrès. (Voir article 13 des statuts.)

Les questions importantes sont envoyées à l'examen d'un membre rapporteur.

VI. — Le Comité peut faire appel au concours des spécialistes. Il peut les rémunérer.

VII. — La correspondance est signée par le président ou par le secrétaire délégué par lui.

VIII. — Le président, aidé du secrétaire du Comité, dirige spécialement la publication du *Bulletin*, étant entendu que les articles à insérer sont toujours soumis à l'appréciation préalable d'un membre désigné par lui pour faire partie du Comité de rédaction.

En cas de différend, l'affaire est soumise à l'appréciation du Comité de direction.

Les travaux relatifs aux questions du programme

(*) M. Ramaekers a été désigné dans la séance du 27 janvier 1894.

specially either by the president on his own authority or on the requisition of three members.

9. — The Committee is responsible in particular for the management of current affairs, and financial business; also for superintending and managing investigations, reports and publications, for the editing of the *Bulletin* and the care of the library and archives. It decides as to printing in whole or in part the reports and other documents submitted to the Congress, whose circulation it regards as necessary to facilitate the discussions. It is the duty of the Committee to furnish to members of the Congress such special information as they may require.

The Committee has the right of appointing and dismissing the staff.

The officers carry out the instructions of the Committee (1).

(1) *Bye-laws of the executive committee.*

I and II. — (Arts. 8 and 9 of the constitution.)

III. — The Executive Committee meets at its office, rue de Louvain, 11, Brussels, when summoned by the president, as far as possible on the last Saturday in the month.

The Committee appoints one of its members to take the chair in the absence of the president (*).

The business to be transacted is specified in the summons.

IV. — The quorum of the Committee is three.

Minutes of the meeting are sent to all members of the Committee.

V. — The business of the Committee is divided under the same heads as the proceedings of the Congress (see art. 13 of the constitution).

Questions of importance are referred to some member of the Committee for report.

VI. — The Committee may engage and pay for expert assistance.

VII. — Letters are signed by the president or by the secretary acting under his authority.

VIII. — The president with the assistance of the secretary of the Committee is specially responsible for the publication of the *Bulletin*, but articles to be inserted are always previously approved by another member appointed by the president to form one of the editorial committee.

In case of difference the matter is referred to the decision of the executive Committee.

Where papers referring to questions on the programme

(*) Mr. Ramaekers was appointed at the meeting of January 27, 94.

SESSIONS DU CONGRÈS.

ART. 10. — Le Congrès se réunit tous les deux ans. Dans chaque session, il désigne le lieu et la date de la session suivante.

En cas d'empêchement imprévu, la Commission internationale peut modifier ces dispositions.

ART. 11. — Ont le droit de prendre part aux sessions du Congrès :

1° Les membres de la Commission internationale;

2° Les délégués désignés par les adhérents;

3° Les secrétaires et le trésorier, ainsi que les secrétaires de section nommés par la Commission ou par son Comité et chargés de l'exposé des questions du programme.

Les Gouvernements fixent eux-mêmes le nombre de leurs délégués.

Les Administrations de chemins de fer peuvent nommer des délégués au nombre de 8 au plus, suivant l'étendue de leur réseau, savoir :

2 délégués pour les exploitations ne dépassant pas 100 kilomètres,

SESSIONS OF THE CONGRESS.

10. — The Congress meets every two years. At each meeting it fixes the time and place of the following meeting.

In case of unforeseen hindrance, the International Commission may alter the arrangements.

11. — The following have a right to take part in the meetings :

1. The members of the International Commission.

2. Delegates appointed by the adherents.

3. The secretaries and the treasurer, as also the secretaries of the sections nominated by the Commission or the executive Committee to report on the questions in the programme.

Governments are entitled to send as many delegates as they think proper.

Railway administrations are entitled to nominate 8 delegates as a maximum, according to the length of their system, as follows : —

For lines not more than 62 miles (100 kilometres) 2 delegates.

peuvent être imprimés directement sous la responsabilité de leurs auteurs.

Il en est de même de la sténographie revue par les orateurs.

IX. — Le trésorier tient la comptabilité des dépenses et des recettes.

La Commission internationale étant spécialement chargée de surveiller la gestion des finances en vertu de l'article 4 des statuts, son secrétaire général procède à une vérification de la caisse et des écritures à chaque séance du Comité.

Les recouvrements de fonds sont faits au nom de la Commission internationale, et les quittances à talon sont visées par le secrétaire général de la Commission.

Le trésorier présente un état de la situation de la caisse à chaque séance du Comité.

Les fonds productifs d'intérêt sont placés à la Caisse d'épargne et de retraite sous la garantie de l'Etat. Ils ne peuvent être retirés qu'au nom de la Commission internationale sur deux signatures : celle du trésorier et celle du secrétaire général ou du président de la Commission internationale.

X. — Le Comité fixe les traitements du personnel dans les limites du budget arrêté par la Commission.

are printed the responsibility rests with their authors.

The same rule applies to the reports of debates revised by the speakers.

IX. — The treasurer keeps accounts of receipts and expenditure.

In accordance with article 4 of the constitution, the financial management of the Congress is in the hands of the International Commission. Accordingly at each meeting of the Committee the general secretary of the Commission examines the receipts and the vouchers.

Subscriptions are made payable to the International Commission, and the receipts corresponding thereto are checked by its general secretary.

The treasurer submits a summary balance sheet at each meeting of the Committee.

Money other than cash in hand is deposited in the government Savings Bank in the name of the Commission. Its withdrawal requires two signatures, that of the treasurer and that of the general secretary or the president of the Commission.

X. — Within the limits of the budget voted by the Commission, the Committee fixes the salaries of the staff.

3 délégués pour les exploitations ne dépassant pas 500 kilomètres, et

1 délégué en plus par groupe de 500 kilomètres ou par fraction de 500 kilomètres en plus.

Art. 12. — A l'ouverture de chaque session, le bureau de la Commission internationale remplit les fonctions de bureau provisoire, et le Congrès procède immédiatement à l'élection de son bureau, composé :

1° D'un ou de plusieurs présidents d'honneur;

2° D'un président;

3° De vice-présidents;

4° Des présidents de section, en conformité de l'article 14;

5° D'un secrétaire général;

6° De secrétaires.

Le premier délégué de chaque Gouvernement est de droit vice-président.

Tous les membres du bureau sont nommés pour une session.

L'élection a lieu dans les conditions indiquées à l'article 16, alinéa 6.

Les fonctions des membres du bureau sont déterminées par les règles en usage dans les assemblées délibérantes pour la direction des débats.

Art. 13. — A l'ouverture de chaque session et après la formation du bureau, le Congrès se divise en sections (voies et travaux, traction et matériel, exploitation, questions d'ordre général, etc.).

Un membre peut s'inscrire à la fois dans plusieurs sections.

Le Congrès peut aussi constituer des commissions spéciales.

Art. 14. — Chaque section nomme son président, son secrétaire principal et ses secrétaires. Les présidents de section sont, de droit, membres du bureau de la session.

Les sections et les commissions se dissolvent à la fin de chaque session.

Art. 15. — Les discussions du Congrès

For lines not more than 311 miles (500 kilometres) 3 delegates.

And one additional delegate for each additional 311 miles (500 kilometres) or fraction thereof.

12. — At the opening of each session the officers of the International Commission hold office temporarily while the Congress elects its own officers as follows : —

1. One or more honorary presidents (*président d'honneur*).

2. An acting president (*président*).

3. Vice-presidents.

4. Presidents of the different sections in accordance with art. 14.

5. A general secretary.

6. Secretaries.

The delegate nominated first by each Government is *ex officio* vice-president.

All the officers are appointed for the duration of the session.

The election takes place according to the rules laid down in article 16, paragraph 6.

The duties of the officers are those laid down by the rules of deliberative assemblies for the conduct of their proceedings.

13. — At the opening of each session, and after the appointment of the officers, the Congress divides into sections (way and works, locomotives and rolling stock, traffic, general, etc.).

A member may enter his name in more than one section.

The Congress may also appoint special Committees.

14. — Each section appoints its own president, its own chief secretary, and its secretaries. The presidents of each section are, in virtue of their position, officers of the Congress.

The sections and the Committees cease with the termination of each session.

15. — The discussions of the Congress are

portent sur les questions inscrites au programme de la session.

Ce programme est arrêté par la Commission internationale ; il y est tenu compte des indications résultant des délibérations du précédent Congrès et de ses sections.

La Commission reçoit les propositions des adhérents ; un rapporteur désigné par la Commission rédige un exposé sommaire et sans conclusions des éléments de chaque question, ainsi que l'analyse des documents qui lui ont été transmis.

ART. 16. — Les discussions ont lieu en français ou dans la langue du pays où se tient le Congrès. Des interprètes traduisent en français les discours prononcés dans une autre langue.

Les procès verbaux et les comptes rendus sont rédigés en français, mais les orateurs ont le droit d'exiger la reproduction de leurs déclarations originales en regard de la traduction.

Les discussions ont lieu d'abord en sections.

Les bureaux des sections rédigent un résumé des débats formulant les diverses opinions émises dans la section. Après approbation par la section, ces résumés sont présentés à l'assemblée plénière et insérés dans le procès-verbal, en y ajoutant, s'il y a lieu, la mention des opinions nouvelles émises au sein de l'assemblée plénière.

Le Congrès n'émet de votes qu'en ce qui concerne les questions relatives au règlement ou se rattachant à l'organisation de l'institution.

Les votes sur ces questions spéciales ont lieu à la majorité des membres assistant au Congrès. Il est procédé au vote par assis et levé ; s'il existe un doute sur le résultat du vote, il est passé au scrutin. Le vote par appel nominal n'a lieu que s'il en est fait la demande par douze assistants.

confined to the questions set down on the programme of the meeting.

This programme is drawn up by the International Commission, with the help of suggestions made at the meetings of the previous Congress and its sections.

The Commission receives suggestions from adherents. The reporter appointed by the Commission prepares a brief outline of each question without expressing conclusions, and also a summary of the contents of the documents which have reached him.

16. — The discussions take place in French or in the language of the country in which the Congress is held. Speeches in any other language are translated into French.

The minutes and reports are drawn up in French, but the speakers are entitled to claim that their original words shall be printed alongside of the translation.

The subjects are discussed in the first place in the sections.

The officials of the respective sections draw up an abstract of the discussions, setting forth the various opinions expressed in the section. After receiving the approval of the section, these abstracts are submitted to the general meeting and inserted in the minutes, there being added, if necessary, a statement of any new opinions expressed at the general meeting itself.

The Congress does not vote except on questions of management or organisation.

On these special questions the votes of the majority of the members present are taken by sitting and rising. If there is any doubt the votes are counted. A call of the roll can only be made if at least a dozen members demand it.

COTISATIONS,

REVISION DES STATUTS, ETC.

ART. 17. — Les frais des sessions, de la Commission internationale et du Comité sont à charge d'une caisse alimentée :

1° Par les cotisations annuelles des adhérents;

2° Par des subventions et autres libéralités.

Les cotisations annuelles des adhérents se composent :

a) Pour les gouvernements, d'une allocation fixée par eux-mêmes;

b) Pour les Administrations de chemins de fer, d'une part fixe de 100 francs, plus une part variable proportionnelle à l'étendue de leur réseau. Cette cotisation variable, destinée à couvrir le budget de l'Association, ne peut dépasser 25 centimes par kilomètre.

L'année sociale commence le 15 avril.

ART. 18. — Les cotisations donnent le droit aux adhérents de recevoir gratuitement les comptes rendus des sessions à un nombre d'exemplaires indiqué par le nombre de leurs délégués augmenté d'une unité.

Les autres publications sont envoyées aux Administrations adhérentes en raison de leur importance, calculée d'après les bases de l'article 11, et des abonnements à prix réduits peuvent être accordés.

ART. 19. — La Commission internationale présente, à chaque session du Congrès, un rapport sur l'administration des finances. Le Congrès nomme deux commissaires chargés de la vérification des comptes.

ART. 20. — Toute proposition de revision des statuts doit être présentée à la Commission internationale, avec motifs à l'appui, trois mois au moins avant l'ouverture de la session, de façon à pouvoir être portée par la Commission à la connaissance des adhérents un mois au moins avant cette ouverture. La proposition, avant sa prise en considération par le

SUBSCRIPTIONS,

REVISION OF THE CONSTITUTION, ETC.

17. — The cost of the meetings of the International Commission and the executive Committee are defrayed by a fund formed of:

1. The annual subscriptions of adherents.

2. Subsidies and other casual receipts.

The annual subscriptions of adherents consist of :

a) In the case of governments an amount fixed by themselves;

b) In the case of railway administrations a fixed sum of £ 4 ($ 20), plus a sum proportionate to the length of the system. This variable sum necessary to meet the expenses of the Congress may not exceed 2 1/2 d. (5 cents) per mile.

The financial year begins on the 15th April.

18. — The subscriptions entitle each adherent to receive as many reports of the proceedings as the number of its delegates, *plus* one.

Any other publications of the Congress are sent to the subscribing administrations in numbers based upon their mileage in conformity with article 11; and subscriptions may be permitted at a reduced rate.

19. — The International Commission presents at each session of the Congress a report on the financial position. The Congress appoints two auditors to pass the accounts.

20 — Every proposal for a revision of the constitution must be submitted to the International Commission with the reasons for its adoption at least three months before the date fixed for the opening of the session, so that it may be brought by the Commission to the knowledge of the adherents at least one month before that date. No proposition can be taken

Congrès, doit être appuyée par la Commission ou par vingt-cinq membres.

Art. 21. — Les adhérents s'efforcent de faciliter les réunions du Congrès et la mission de la Commission internationale.

into consideration by the Congress unless it is supported either by the Commission or by 25 members.

21. — The adherents pledge themselves to promote the meetings of the Congress and the mission of the International Commission.

INSTRUCTIONS

POUR

MM. les Présidents, les Secrétaires principaux, les Rapporteurs et les Secrétaires-Rapporteurs des sections.

L'expérience des sessions précédentes ayant montré qu'il était nécessaire d'apporter une certaine uniformité dans la marche et la direction des discussions des sections, le Comité de direction de la Commission internationale a cru devoir faire rédiger les instructions suivantes pour servir de guide à MM. les présidents, les secrétaires et les rapporteurs des sections.

I. — Composition des bureaux.

a) En vertu de l'article 14 des statuts, chaque section nomme son président, son secrétaire principal et ses secrétaires. Comme il importe que les fonctions de présidents et de secrétaires principaux soient équitablement réparties entre les diverses nationalités représentées au Congrès et que les candidats puissent se préparer à les remplir, la Commission internationale soumet à la ratification des sections les candidatures choisies à l'avance.

b) La Commission internationale désigne, en outre, un ou plusieurs *secrétaires-rapporteurs* par section afin d'aider les rapporteurs

INSTRUCTIONS

FOR

the Presidents, Secretaries, Reporters and Secretary Reporters of Sections.

The experience of previous sessions having shown the necessity of adopting some kind of system in the work and discussions of the different sections, the Executive Committee of the International Commission has deemed it expedient to draw up the following instructions to assist the presidents, secretaries and reporters of sections in carrying out their duties.

1. — Election of officers.

a) According to article 14 of the statutes, each section shall appoint its own president, secretary and assistant secretaries. As it is advisable that the functions of the presidents and secretaries should be fairly distributed among the different nationalities represented at the Congress, and also that candidates should be enabled to prepare themselves for carrying out the said functions, the International Commission will submit the names of candidates selected beforehand, for ratification by the various sections.

b) The International Commission will also name one or more *secretary reporters* for each section. They will be required to assist the

à résumer leurs exposés dans les deux langues (français et anglais).

Le président de chaque section présente à la ratification de l'assemblée la nomination des autres secrétaires qu'il désire s'adjoindre comme collaborateurs.

II. — Usage des langues.

a) En vertu de l'article 16 des statuts, « les « discussions ont lieu en français ou dans la « langue du pays où se tient le Congrès. Des « interprètes traduisent en français les dis- « cours prononcés dans une autre langue ».

b) En ce qui concerne la 5e session, la Commission internationale a, en outre, décidé que tous les discours et les communications en français seraient traduits ou résumés en anglais Les secrétaires-rapporteurs voudront bien, à cet effet, prêter leur concours au président et au secrétaire principal de chaque section.

III. — Travaux des sections.

a) *Fixation de l'ordre du jour de chaque section.* — Au début de la session, le président de chaque section déterminera, d'accord avec l'assemblée, l'ordre du jour des séances, de manière à fixer, aussi exactement qu'il est possible de le faire, le jour où sera abordée la discussion de chacune des questions soumises à la section seule ou réunie à d'autres.

b) *Résumé du rapport par le rapporteur.* — Pour entamer l'étude d'une question, le président donnera la parole au rapporteur qui fera connaître à la section la substance de son exposé. Le rapporteur est instamment prié de ne pas lire son rapport *in extenso*, mais de le résumer d'une manière concise en insistant sur les points principaux qui y sont développés et en faisant bien ressortir les opinions différentes exprimées dans leurs réponses au questionnaire détaillé par les chemins de fer participant à l'Association ainsi que les con-

reporters in summarizing their reports in French and English.

The president will submit, for the approval of the meeting, the names of other assistant secretaries whom he may desire to assist him.

II. — Languages used.

a) According to article 16 of the statutes, « discussions take place in French or in the « language of the country in which the Con- « gress is held. Speeches in any other lan- « guage are translated into French. »

b) With regard to the 5th session, the International Commission has decided that all speeches and communications in French shall be translated or abstracted into English. Secretary reporters will therefore accordingly afford all the assistance in their power to the president and secretary of each section, with this object.

III. — Work of sections.

a) *Arrangement of programme of the sittings of each section.* — At the opening of the session, the president of each section shall decide with the approval of the meeting, the programme of the sittings, in order to fix, as far as possible, the day when shall be discussed each of the questions submitted to the section alone or meeting jointly with another.

b) *The reporter's summary of his report.* — To open a discussion, the president shall request the reporter to give the section a summary of his report. The reporter is particularly requested not to read his report *in extenso*, but only to give an abstract of it, dwelling on the main points which are enlarged upon in his report, and laying stress on the answers given to the detailed list of questions by the railway companies who are members of the Congress, calling attention to the different opinions expressed by the said

clusions proposées. Pour bien atteindre ce résultat, il conviendra, avant d'énoncer les conclusions, de rappeler brièvement les considérations générales les plus importantes déjà indiquées au cours du résumé, afin que celles-ci, jointes aux conclusions, constituent un tout complet par lui-même. Autant que possible, le rapporteur ne devra pas parler plus d'une demi-heure.

c) Discussion. — Le résumé de l'exposé étant terminé, le président ouvrira la discussion. Si, comme cela arrive assez souvent, une certaine hésitation se produit parmi les délégués présents et si aucun d'eux ne demande la parole immédiatement, le président ne se hâtera pas de déclarer les conclusions adoptées. Il s'efforcera, au contraire, de provoquer les discussions en attirant l'attention des membres sur les points du rapport qu'il jugera de nature à soulever des objections, et il fera tous ses efforts pour obtenir des déclarations intéressantes et des renseignements de la part des personnes qu'il soupçonnera avoir spécialement étudié la question.

Le président veillera à ce que les prescriptions relatives à l'usage des langues soient observées.

d) Clôture de la discussion. — En cas de discussion sur la durée des débats, la clôture sera prononcée par l'assemblée à la majorité des deux tiers des membres présents. La discussion étant close, les conclusions ainsi que les amendements qui auraient pu y être présentés au cours des débats seront mis aux voix et adoptés à la majorité des membres présents.

e) Lecture du rapport de section et des projets de conclusions à la séance plénière. — Le président ou le secrétaire principal de la section aidé, s'il y a lieu, par les secrétaires, fera précéder le texte des conclusions qui doit être soumis aux délibérations de l'assemblée plénière, d'un résumé de la discussion désigné sous le nom de *rapport de section*. Ce rapport, qui devra refléter le plus exactement

companies and the conclusions to be drawn. In order to achieve this object it is advisable to begin with a statement of the conclusions arrived at, and then to point out briefly the more important views already mentioned in the summary, so that they may, jointly with the conclusions, form a complete statement. It is desirable that reporters, should, as far as possible, limit their opening speeches to half-an-hour.

c) The discussion. — When the reporter has concluded his remarks, the president shall open the discussion If, as is frequently the case, the delegates present hesitate to come forward and state their views, the president shall not hastily declare that the conclusions are adopted by the meeting. He shall, on the contrary, invite discussion by calling the attention of those present to certain features in the report which he may consider open to criticism, and he shall endeavour as far as possible to obtain interesting remarks and information from delegates present whom he may think specially qualified to give an opinion on the subject in question.

The president shall, moreover, see that the regulation regarding the languages employed is duly observed.

d) Closure of the discussion. — A majority of two-thirds of members present shall at any time have power to declare a discussion at an end, should any question arise as to its duration. When a discussion is closed, the conclusions and also any amendments that may have been proposed, will be put to the vote in the ordinary manner.

e) Presentation of conclusion to the general meeting. — The president or the secretary, with the help, if necessary, of the assistant secretaries, shall draw up a résumé of the discussion (called a *sectional report*) as an introduction to the conclusions which are to be submitted to the general meeting. This report shall give, as far as possible, the general drift of the discussion and shall indi-

possible l'allure de la discussion, reproduira les arguments principaux développés et indiquera les personnes qui les ont fait valoir.

Le rapport de section a une grande importance parce qu'il tient les membres de l'assemblée générale qui n'ont pas assisté aux séances de section au courant de l'état de la question. S'il est bien fait, si, sans être trop développé, il résume d'une manière nette et concise l'ensemble de la discussion, il peut, dans bien des cas, éviter qu'un débat épuisé se renouvelle inutilement en séance plénière.

Il est bien difficile, sinon impossible, de tracer le plan précis d'un tel travail.

On trouvera dans les comptes rendus des sessions antérieures de nombreux exemples de rapports rédigés avec grand talent et peignant admirablement la physionomie des discussions. Mais la plupart d'entre eux résument les opinions sans citer les noms des personnes qui les ont émises. L'assemblée plénière a cependant le droit d'être complètement éclairée sur ce qui s'est passé en sections.

Nous proposerons le modèle suivant :

QUESTION XIII-B DE LA 3e SESSION.

INFLUENCE QUE PEUT AVOIR, SUR LES CONDITIONS ÉCONOMIQUES DE L'EXPLOITATION, L'AUGMENTATION DU TONNAGE DES WAGONS A MARCHANDISES.

Rapports des 2e et 3e sections réunies.

« Le rapporteur, Mr. Pol Lefèvre, fait ressortir la tendance assez générale des Administrations de chemins de fer en Autriche, Allemagne, Hollande et Suisse, à augmenter la capacité de leurs wagons plats et, particulièrement, à porter de 10 à 15 tonnes, par voie de transformation, la capacité de leurs wagons découverts à deux essieux. Il rapporte ce fait que l'Etat prussien a transformé 2,260 wagons à houille de 10 tonnes en wagons de 12.5 et de 15 tonnes avec une dépense de 38 fr. 93 c. (£ 1-10-10) par wagon. Dans ces conditions, la réforme ne peut manquer, d'après

cate the principal arguments used, with the names of the speakers.

The sectional report is of great importance, as it will keep those members who have been unable to attend all the meetings of the sections informed on the matter under discussion. If this report is carefully drawn up, not too burdened with detail, but giving a concise and general idea of the discussion, it will in many cases avoid, in general meeting, the useless discussion of a subject which has been fully threshed out.

It is extremely difficult, if not impossible, to draw out an exact plan of a task such as this.

In the proceedings of former sessions will be found numerous examples of reports, drawn up with great ability, which reproduce admirably the character of the discussions. Most of the reports, however, state the various opinions without appending the names of their authors. The general meeting should certainly be informed of all that has taken place in sections.

The following is submitted as a specimen :

QUESTION XIII-B OF THE 3rd SESSION.

THE EFFECT WHICH THE INCREASE IN THE TONNAGE OF GOODS WAGONS WOULD HAVE ON THE COST OF RAILWAY WORKING.

Reports of the 2nd and 3rd sections, meeting jointly.

« The reporter, Mr. Pol Lefèvre, demonstrates that Railway Administrations in Austria, Germany, Holland and Switzerland, generally tend to increase the tonnage capacity of their lowsided goods wagons, and especially to convert their 10-ton into 15-ton 4 wheeled open goods wagons. He states that the Prussian State Railways have converted 2,260 10-ton coal trucks into 12 1/2 and 15-ton at a cost of £ 1-10-10 (38 fr. 93 c.) per truck. Under these circumstances, he considers that the conversion cannot fail to be an advantageous one, the old 10-ton wagons being used as

le rapporteur, d'être avantageuse, les anciens wagons de 10 tonnes étant utilisés comme par le passé sans grand inconvénient lorsqu'ils ne trouvent pas un chargement de 15 tonnes. En revanche, quand on obtient de l'aliment pour 15 tonnes, on conçoit tout ce que l'on peut gagner, par tonne, au point de vue des dépenses de construction et d'entretien du matériel, des dépenses de manutention, de classement et de triage, de traction, etc. La capacité par tonne des voies de service est également augmentée dans une forte proportion.

« Une note pleine d'intérêt de M. Ely, l'ingénieur en chef de la traction du Pennsylvania Railroad, montrait qu'en Amérique on avait été beaucoup plus loin, le tonnage de 30 tonnes y étant adopté depuis longtemps pour les wagons à houille. Il en est résulté une réduction de 566 kilogrammes (1,245.2 livres) à 368 kilogrammes (809.6 livres) du poids mort par tonne offerte (31.8 p. c.), de 566 fr. 75 c. (£ 22-8-11) à 373 francs (£ 14-15-10) de la dépense de construction par tonne de capacité (33 8 p. c.), de 48 (18"8) à 26 (10"2) centimètres de la longueur par tonne offerte (45.6 p. c.).

« Mr. Frescot (Méditerranée italienne), dont la Compagnie a cependant depuis longtemps des wagons de 12 tonnes, a objecté à l'augmentation de ce tonnage que, dans l'état actuel des règlements, les lignes secondaires de son réseau ne pourraient supporter le poids de 12 1/2 tonnes par essieu dont pourraient les charger des wagons de 15 tonnes à deux essieux. Son Administration a cherché cependant à diminuer le poids mort des wagons par l'emploi de l'acier.

« Plusieurs orateurs ont ensuite parlé tour à tour pour et contre la réforme : défavorable lorsque le trafic est plus spécialement agricole ou sujet à transbordement, d'après les uns ; utile pour le trafic des matières pondéreuses et sans effet nuisible dans le cas contraire, d'après les autres.

« Citons parmi les témoignages favorables, ceux des chemins de fer hollandais (Mr. Verloop) et russes.

« Mr. Kerbedz, vice-président du chemin de fer Vladicaucase, a fait connaître que l'augmentation de la capacité avait parfaitement réussi sur son réseau, grâce à quelques avantages accordés aux expéditeurs. Mais l'assemblée a été impressionnée

before, without any inconvenience, when a 15-ton load is not forthcoming. On the other hand, when the 15-ton loads can be obtained, the resulting economy per ton is obvious, not only from the point of view of construction and maintenance of the rolling stock, but also of handling, classification, sorting, haulage, etc. The tonnage capacity of the lines is also materially increased.

« In a very interesting note Mr. Ely, chief of motive power of the Pennsylvania Railroad, showed that in the United States they had gone still further, a tonnage of 30 tons having been adopted for coal trucks, which resulted in the following reductions : —

« From 1,245·2 lbs (566 kilograms) to 809·6 lbs (368 kilograms) dead load per ton (31·8 p. c.), from £ 22 8·11 (566 fr. 75 c.) to £ 14·15·10 (373 francs) in construction cost per ton capacity (33·8 p. c.), and from 18·8" (48 centimetres) to 10·2" (26 centimetres) in the length per ton capacity (45·6 p. c.).

« Mr. Frescot (Mediterranean Railway, Italy), whose company adopted 12-ton wagons long ago, nevertheless objected to an increase in tonnage on account of the regulations at present in force for their secondary lines, which he added were such that the latter could not support the weight of 12 1 2 tons per axle which would follow upon the adoption of 15-ton wagons His company sought, he added, to diminish the dead weight by the use of steel.

« Several speakers then followed, taking opposite views to one another, some opposing the change where traffic is chiefly agricultural or subject to transhipment, others favouring the transformation for bulky goods traffic and considering it harmless where traffic is not bulky.

« The Dutch Railways (Mr. Verloop) and the Russian were favourable to the change.

« Mr. Kerbedz, Deputy Chairman of the Vladicaucasus Railway, pointed out that an increase in the tonnage capacity of wagons had worked very successfully on his Company's line, thanks to certain advantages offered to consignors. A

par un discours de Mr. A. Sartiaux, ingénieur en chef de l'exploitation du Nord français, mettant en doute la possibilité de la transformation des wagons de 10 tonnes de son réseau en wagons de 15 tonnes, et déclarant que cette réforme serait contraire aux désirs du commerce.

« L'assemblée s'est donc bornée à admettre le projet de conclusions suivant, qu'elle soumet à l'assemblée plenière :

PROJET DE CONCLUSIONS.

« En raison des conditions essentiellement différentes qui régissent le trafic des divers réseaux, il n'est pas possible d'indiquer une règle générale pour fixer le tonnage à donner aux véhicules à marchandises en vue de réaliser les meilleures conditions économiques de l'exploitation.

« [illegible] aux services chargés de la construction du matériel, de rechercher tous les moyens ayant pour but de diminuer le poids mort dans des proportions compatibles avec la nature du trafic, avec la sécurité et avec un bon entretien. »

speech by Mr. A. Sartiaux, general manager of the Northern of France, was very effective. Mr. Sartiaux doubted if it would be possible to convert 10-ton into 15-ton wagons on his line, and declared that such a change would not meet business requirements.

« The meeting therefore confined itself to passing the following resolution, which was submitted to the general meeting : —

CONCLUSIONS PRESENTED.

« In consideration of the different conditions under which various railway companies work their lines, it is impossible to lay down any general law governing the tonnage of goods wagons with a view to economical working.

« The Departments connected with the construction of rolling stock should seek, by all possible means, to reduce the dead weight of wagons, so far as is compatible with the kind of traffic, with safety and with proper maintenance. »

OUVERTURE SOLENNELLE

Le 26 juin 1895, à 3 heures de relevée,

DANS LA SALLE DES CÉRÉMONIES DE L'INSTITUT

Le prince de Galles ayant accepté de faire l'ouverture de la 5e session en qualité de président d'honneur, prend place sur l'estrade, ayant à sa droite Mr. Bryce, le président du « Board of Trade », et à sa gauche Mr. Dubois, le président de la Commission internationale. Sur l'estrade se trouvait aussi la suite du prince, ainsi que les deux vice-présidents de la Commission, les membres du comité exécutif de la Commission permanente, les membres du bureau de la section anglaise, Lord Stalbridge, président de la Railway Companies' Association, et Sir Henry Oakley, secrétaire.

Le prince de Galles, dont l'arrivée est accueillie par de vifs applaudissements, s'exprime en ces termes :

« Messieurs,

« Je m'acquitte aujourd'hui d'une mission aussi agréable qu'importante en procédant à l'ouverture de la cinquième session du Congrès des chemins de fer. Je remplis cette tâche au nom de la Reine, qui prend l'intérêt le plus vif à la discussion de questions qui touchent de si près aux intérêts de ses États. Je la remplis également en mon nom personnel, heureux de l'occasion qui m'est offerte d'adresser ici aux administrations de chemins

OPENING CEREMONY

June 26, 1895, at three o'clock, in the

RECEPTION HALL AT THE IMPERIAL INSTITUTE

The Prince of Wales graciously consented, as honorary president, to formally open the Fifth Session of the Congress. Mr. Bryce, president of the Board of Trade, was seated on the right of His Royal Highness on the platform; Mr. Dubois, president of the International Commission, being seated on the left; the two vice-presidents of the Commission, the members of the Executive Committee of the Permanent Commission; the president, vice-president, and secretary of the English Section; Lord Stalbridge, president, and Sir Henry Oakley, secretary of the Railway Companies' Association, being also on the platform near the Prince.

The Prince of Wales, whose arrival was enthusiastically welcomed, expressed himself as follows : —

« Gentlemen,

« I have to discharge to-day the very pleasing and the very important duty of declaring open the Fifth International Railway Congress. I fulfil this duty on behalf of the Queen, who takes the greatest interest in the discussion of matters so closely affecting the welfare of her dominions. I do so on my own behalf, being glad of the opportunity of expressing my deep appreciation to the Railway authorities, both at home and abroad, for their unfailing cour-

de fer de l'Angleterre et de l'étranger, tous mes remerciements pour l'inépuisable obligeance avec laquelle elles m'ont toujours facilité mes nombreux voyages. Et, enfin, je remplis cette tâche au nom des grandes compagnies de chemins de fer de ce pays, dont la gestion est confiée à un groupe d'hommes de la plus haute compétence et du plus grand talent et qui m'ont demandé de vouloir bien être leur interprète en cette occasion. Je souhaite donc la bienvenue en Angleterre, berceau des chemins de fer, aux délégués des États du continent et, chose unique jusqu'à présent dans les annales du Congrès, à ceux des deux Amériques. (*Applaudissements.*)

« Soixante-dix ans se sont écoulés depuis la construction de notre premier chemin de fer, entre Stockton et Darlington. Cinq ans plus tard, en 1830, fut inaugurée dans des circonstances qui prirent un caractère tragique, la première ligne ouverte au transport des voyageurs sous le contrôle du Parlement et avec un capital souscrit par le public. Cette intéressante solennité, riche de promesses pour l'avenir, fut attristée par un accident qui eut pour conséquence la mort de M. Huskisson. Pendant les soixante années qui suivent, les chemins de fer se sont développés dans le monde entier, et la réunion de ce jour montre bien l'intérêt que nous inspire cette industrie remarquable qui, plus que toute autre, a provoqué l'accumulation des richesses et l'extension du commerce du monde, et qui a puissamment contribué à resserrer les liens d'amitié entre les nations et à établir la bonne entente universelle.

« L'institution du Congrès des chemins de fer a été fondée en 1885, un assez grand nombre d'hommes appartenant aux chemins de fer les plus importants ayant été réunis à l'occasion du jubilé des chemins de fer belges.

« Des sessions ont été tenues depuis à Milan en 1887 et à Paris en 1889, et la dernière qui s'est réunie à Saint-Pétersbourg en 1892 restera inoubliable par l'accueil splendide qui fut fait aux délégués et le puissant patronage

tesy, and for the facilities which they have invariably afforded me on the occasion of my many journeys; and I perform it finally in the name of the great Railway Companies of this country, which are governed by a body of gentlemen of the highest ability and skill, who have asked me to be their spokesman on this occasion. I welcome to England, the birthplace of railways, the delegates from the Continental States, and representatives, I think for the first time in the history of these congresses, from the two continents of America. (*Applause.*)

« Nearly seventy years ago the first railway that was constructed in the world — that between Stockton and Darlington — was opened. Five years later — in 1830 — under circumstances of the most tragic kind, the first railway constructed under parliamentary powers, and by money publicly subscribed, was inaugurated for passenger traffic between Manchester and Liverpool, and a ceremony of great interest and of greater promise was marred by the lamentable accident which led to the death of Mr. Huskisson. In the sixty years which have since elapsed the development of railways has progressed throughout the world, and we have fitly met here to-day to show our interest in that celebrated industry which, probably more than any other, has enhanced the wealth and fostered the commerce of the world, and has tended to promote international friendship and universal goodwill. (*Cheers.*)

« The Railway Congress had its origin in 1885, when a number of leading railway men met in Brussels to celebrate the jubilee of the Belgian railways.

« Sessions have since been held in Milan in 1887, and in Paris in 1889, and the last Congress, which assembled in St. Petersburg, in 1892, was made memorable by the splendid hospitality and great encouragement given to

qui lui fut accordé par feu l'empereur de Russie. (*Applaudissements.*) Je crains, messieurs, que nous ne puissions vous offrir ni les beautés de l'Italie, ni les plaisirs de Paris, ni la réception magnifique qui a caractérisé la réunion précédente ; mais nous pouvons vous montrer Manchester, Liverpool, Cardiff et Crewe, ces grands centres industriels qui, je l'espère, vous offriront d'utiles enseignements et des exemples d'un travail fécond.

« Je me permets de dire même cela à nos amis des États-Unis (pays qui possède plus de la moitié du développement kilométrique du monde entier), ainsi qu'aux représentants des Indes et de nos colonies, qui ont aidé au développement des chemins de fer avec une activité et un succès qui méritent les plus chaudes félicitations. Le programme des discussions, si intéressant qu'il soit pour ceux qui, comme vous, sont compétents dans tous les détails techniques, aura également de l'attrait pour le public.

« Vous aurez à examiner non seulement le problème de l'accélération de la vitesse des trains de voyageurs, mais encore les moyens d'augmenter le confort par l'usage des voitures à intercirculation et par le perfectionnement du chauffage et de l'éclairage. Vous aurez également à examiner les moyens d'augmenter la sécurité des voyageurs par les perfectionnements apportés aux signaux, par les enclenchements des aiguilles, le calage des ponts tournants, etc.

« La traction électrique vous présente un champ relativement peu exploré jusqu'ici. Enfin, en vous occupant des chemins de fer économiques, vous serez en mesure de nous fournir des renseignements sur une question dont l'intérêt va croissant dans notre pays, et qui, en ce moment, est soumise aux délibérations de notre Parlement.

« Dans l'étude de toutes ces questions, vous apporterez non seulement votre grand savoir, mais vous serez, j'en suis convaincu, mus par

it by the late lamented Emperor of Russia. (*Applause.*) Gentlemen, I fear that we cannot promise you the beauty of Italy, the gaiety of Paris, or the magnificent reception which was accorded to you on the last occasion upon which you met; but we can show you in Manchester, Liverpool, Cardiff, and Crewe great centres of industry, from which I hope you will be able to derive useful knowledge, and in which you will be able also to see examples of the most beneficial work.

« I venture to say this even to our friends from the United States (a country which owns nearly half the railway mileage of the world) as well as to the representatives of India and our colonies, who have helped forward the work of railway development with a speed and a success which I think deserve the utmost commendation. (*Applause.*) The programme of discussions, interesting as it is to those who, like yourselves, know how to appreciate technical details, will be of interest likewise to the public.

« You will be asked to consider not only the acceleration of passenger trains, but the means of promoting the comfort of passengers by the use of vestibule or corridor cars, and by improved methods of heating and lighting. You will be also asked to consider arrangements for adding to the safety of the travelling public in such matters as signalling, interlocking, and the security of bridges.

« Electrical traction will present a field for your inquiries as yet comparatively unexplored, and on the subject of light railways you will be able to give us information on a question which is of growing interest in this country, and in the discussion of which our Parliament is at present engaged.

« To all these subjects you will bring, not only profond knowledge, but a desire, I am sure, to exchange information which must

le désir d'échanger des enseignements dont tous ceux qui prendront part à vos discussions feront grand profit.

« Permettez-moi, pour finir, de vous souhaiter une fois encore la bienvenue au nom de notre Souveraine, au nom des compagnies anglaises et en mon nom personnel, et d'exprimer le désir sincère de voir cette session servir non seulement à reculer les limites des connaissances techniques, mais encore à créer de nombreuses et durables amitiés dont les années à venir feront connaître tout le prix. » (*Applaudissements vifs et prolongés.*)

Mr. Dubois, *président de la Commission internationale permanente :*

« Monseigneur,

« Que ma première parole exprime notre gratitude envers Votre Altesse Royale, qui nous fait l'honneur insigne d'inaugurer notre session, et qui daigne nous marquer ainsi le prix qu'Elle attache à l'institution du Congrès des chemins de fer et l'intérêt qu'Elle porte à ses travaux. Nous offrons à Votre Altesse Royale l'hommage respectueux de notre profonde reconnaissance et nous serions heureux que cet hommage adressé à l'héritier du trône pût remonter jusqu'à l'Auguste Souveraine qui, depuis cinquante-huit ans, préside aux destinées de la grande nation à laquelle nous devons aujourd'hui une large et cordiale hospitalité.

« Le gouvernement de Sa Très Gracieuse Majesté, qui a bien voulu nous accorder son puissant patronage, a droit aussi à nos remerciements. Je prie M. le président du Board of Trade de vouloir bien accepter ceux que j'ai l'honneur de lui adresser.

« Lorsque la proposition fut faite à Saint-Pétersbourg, en 1892, de tenir à Londres la session suivante du Congrès, cette proposition, à laquelle les délégués anglais donnèrent un appui aussi chaleureux qu'empressé, fut approuvée par un vote unanime et

be of advantage to all who take part in your discussions.

« Let me, in conclusion, once more welcome you on behalf of the Sovereign, the railway companies, and myself, and express the earnest hope that this Congress may be the means, not only of extending scientific and technical knowledge, but of founding also many pleasant and enduring friendships which will be valued in years to come. » (*Loud and prolonged applause.*)

Mr. Dubois, *president of the Permanent International Commission : —*

« Your Royal Highness,

« My first words must express our gratitude to your Royal Highness for doing us the signal honour of inaugurating our Session and of condescending to show in this manner the value your Royal Highness attaches to the institution of the Railway Congress and the interest your Royal Highness takes in our work. We would express to you the respectful homage of our profound gratitude, and we shall be happy if this homage addressed to the heir to the throne reaches the August Sovereign who has for fifty-eight years presided over the destinies of the great nation to which we are indebted to-day for their generous and cordial hospitality.

« The government of Her Most Gracious Majesty, which has been good enough to lend us its powerful support, has also a claim on our gratitude. I would beg the president of the Board of Trade to accept the thanks which I have the honour of expressing to him.

« When it was proposed at St. Petersburg in 1892 to hold the next session of the Congress in London, the English delegates supported the motion in a manner as cordial as it was sincere, and the resolution was passed unanimously and, I might almost say, with

en quelque sorte d'acclamation. Il ne pouvait en être autrement, car la proposition répondait véritablement à un désir intime de tous les adeptes du Congrès. Ne devait-il pas être dans les vœux de tous de se voir, un jour prochain, réunis familialement dans ce pays que l'on a souvent appelé le berceau des chemins de fer, et dans lequel, depuis près de trois quarts de siècle, les ingénieurs du monde entier ont pu venir à toute époque recueillir des enseignements précieux sur la construction et l'exploitation des voies ferrées?

« Et puisque j'évoque en ce moment le souvenir de cette mission d'éducateurs qu'ont remplie les ingénieurs anglais, puis-je me permettre d'ajouter quelques mots personnels? A moi qui suis Belge, et qui dois à cette qualité la part que l'on m'a fait l'honneur de m'attribuer dans la gestion d'une œuvre belge par ses origines et par son foyer permanent, il m'est agréable de rappeler dans cette circonstance solennelle ce que durent à l'Angleterre les hommes d'État et les ingénieurs qui, sous l'impulsion d'un grand prince que la Belgique vénère et dont l'Angleterre aussi garde la mémoire, entreprirent il y a soixante et quelques années de doter leur patrie d'un ensemble de voies ferrées. La Belgique reconnaissante s'est associée avec empressement aux manifestations grandioses et touchantes à la fois qui ont marqué, il y a quatorze ans, la célébration du centenaire de l'illustre George Stephenson.

« C'est avec une grande satisfaction et une confiance absolue que la commission commença la préparation de la cinquième session. Elle ne tarda pas à trouver un grand allégement de sa tâche dans le concours plein d'initiative, de dévouement et de générosité que lui apporta une section locale d'organisation constituée par l'Association des compagnies de chemins de fer du Royaume-Uni et formée de leurs représentants pris parmi les plus autorisés. Cette section fut complétée par l'adjonction d'un délégué du Board of Trade

acclamation. It could not be otherwise, for, in fact, the proposal answered to the cherished desire of all the leading spirits of the Congress. Was it not natural that it should be the wish of all to meet one day in familiar intercourse in the country which has often been called the cradle of railways, and to which for nearly three-quarters of a century the engineers of the whole world have always been able to come and learn invaluable lessons both in the construction and in the working of railways?

« And while I am reminded of the position which English engineers have always held as pioneers, may I be allowed to allowed to add a few personal words? To me, who am a Belgian, and who owe to that fact the place of honour which has been conferred on me in the administration of a work which is Belgian both in its origin and in its permanent home, it is pleasant to remember on this memorable occasion how great was the debt owed to England by the statesmen and engineers who, under the guidance of a great king, whom Belgium reveres and whom England has not yet forgotten, undertook some sixty years back to endow Belgium with a complete system of railways. Belgium in gratitude joined with eagerness in the splendid, and at the same time touching, demonstrations which fourteen years ago marked the celebration of the centenary of the illustrious George Stephenson.

« It was with great satisfaction and absolute confidence that the Commission began the preparations for the fifth session. The Commission at once found its task greatly lightened by the energetic, unselfish, and generous support given by the local organising Committee which was appointed by the English Railway Companies' Association, and composed of some of its most influential members. The local Committee was completed by a representative of the Board of Trade, and it appointed as its secretary the author of

et elle choisit comme secrétaire l'auteur de publications sur les railways anglais et écossais qui sont honorablement connues de tous les hommes de chemins de fer.

« Nous avons été heureux de voir placé à la tête de la section locale un des membres les plus aimés de la Commission permanente, l'un de nos coopérateurs de la première heure et de tous les instants qui porte dignement un nom célèbre dans l'histoire de l'industrie et de la science.

« La Commission, mettant à profit les leçons de l'expérience et se conformant à des désirs qui ont été généralement manifestés, a restreint plus qu'on ne l'avait fait jusqu'ici le nombre des questions à débattre au cours de la session.

« Les discussions qui ont été préparées par des rapports bien étudiés, dus à des spécialistes d'une compétence éprouvée, pourront dès lors recevoir toute l'ampleur dont elles sont susceptibles. Elles fourniront, nous en nourrissons l'espoir, des contributions importantes à la solution des problèmes nombreux et complexes que soulèvent la construction et l'exploitation des voies ferrées.

« Au nombre des questions qui méritent le plus d'attirer l'attention, je citerai celles qui ont pour objet :

« Le renforcement des voies ;

« La construction des ponts métalliques;

« Les locomotives à grande vitesse;

« La traction électrique;

« Les signaux ;

« Les manœuvres et les manutentions dans les gares ;

« Le réglement international des réclamations;

« La généralisation du système décimal;

« Les facilités à accorder aux lignes à faible trafic;

« L'affermage des lignes secondaires.

« Ainsi les assises de Londres auront été largement fructueuses à l'égal de leurs devan-

works on the Railways of England and Scotland which every railway man knows and values.

« We rejoiced to see placed at the head of the Local Section one of the most esteemed members of the permanent Committee, our earliest and most constant supporters, one who worthily upholds the dignity of a name famous in the history of industry and of science.

« The Committee, profiting by the lesson of experience, and conforming to the wishes which have been generally expressed, has restricted the number of questions for discussion on this occasion beyond what has been the case heretofore.

« The carefully considered reports contributed by specialists of acknowledged competence will accordingly receive the most exhaustive discussion which their subject may require. They will furnish, we venture to hope, important contributions to the solution of numerous and complex problems which arise in the construction and working of railways.

« Among the questions which deserve special attention I will mention the following :—

« The strengthening of the permanent way.

« The construction of iron bridges.

« Express locomotives.

« Electric traction.

« Signals.

« Methods of station working.

« International rules for the settlement of disputes.

« The universal adoption of the decimal system.

« The relaxation of normal requirements for light railways.

« Their working by leasing Companies.

« Thus the London meeting will have been as fruitful as its predecessors in Brussels,

cières de Bruxelles, Milan, Paris et Saint-Pétersbourg, et nous aimons à penser qu'il nous sera permis d'en clore le procès-verbal en y inscrivant ce témoignage :

« Par dix années d'efforts, de travaux poursuivis avec zèle, méthode et persévérance, le Congrès des chemins de fer a démontré sa raison d'être et prouvé sa vitalité. Il a sa place aujourd'hui marquée en bon rang parmi les institutions qui servent utilement la cause du progrès et de la civilisation ; il vivra, il est indestructible ! »

Mr. Bryce,

« Altesse royale, mylords et messieurs,

« S. A. R. le prince de Galles a souhaité la bienvenue aux délégués du Congrès dans des termes dont la cordialité doit nous avoir tous frappés. Ce n'est pas un mince honneur pour le Congrès que l'héritier du trône qui, j'ose le dire, s'est toujours associé d'une façon si intime pour le plus grand bien du pays à toutes les entreprises et à toutes les solennités nationales, ait daigné accepter d'être le président d'honneur de cette session et de marquer, par sa présence, la sympathie qu'il porte à l'institution du Congrès. (*Applaudissements.*) Son Altesse Royale a dit tout ce qu'il fallait dire pour exprimer les sentiments de sympathie et d'intérêt avec lesquels ceux qui, dans ce pays, ont la conscience de la grande importance des questions de chemins de fer, prendront part à vos délibérations.

« Nous reconnaissons tout l'intérêt et la valeur, pour nous-mêmes et pour tous les pays, de réunions de personnes de la plus haute compétence qui viennent échanger les résultats d'une expérience consommée acquise dans les conditions les plus variées.

« Le véritable art et la vraie science sont toujours généreux. Ce qui distingue l'homme

Milan, Paris and St. Petersburg, and we venture to hope that in closing our report we shall be justified in writing this epitaph upon it : —

« By ten years of effort, of zealous, methodical and persevering work, the Railway Congress has justified its existence and proved its vitality. It has to-day a recognised and honoured position among those useful institutions which serve the cause of progress and civilisation; it will live; it is indestructible. »

Mr. Bryce,

« May it please your Royal Highness, my Lords, and Gentlemen,

« His Royal Highness the Prince of Wales has welcomed the delegates to this Congress in terms whose cordiality must have impressed you all. It is no slight honour to this Congress that the Heir to the Throne, who, if I may be permitted to say so, has so closely, and with so much benefit to the country, associated himself with all undertakings and occasions of national interest, has honoured the Congress by becoming its honorary president, and given it the countenance of his presence and sympathy on this occasion. (*Applause.*) His Royal Highness has said all that need be said to express the sentiment of sympathy and interest with which those who in this country are aware of the great importance of railway questions view and will follow the deliberations of this Congress.

« We recognise not only the interests but the value to ourselves, and to other countries not less, of gatherings of this nature gatherings of experts, where the fullest knowledge is brought together, and where the results of the ripest experience gained under a variety of conditions are interchanged.

« True science and true art are always generous. The note of the scientific man, as well

scientifique aussi bien que l'artiste, qui s'est dévoué à son art parce qu'il l'aime, c'est qu'il désire faire partager les connaissances qu'il possède pour augmenter le fonds commun et pour faire faire un pas en avant au progrès général.

« Aux délégués étrangers qui sont ici réunis j'ose dire — et j'ose le dire non seulement en mon nom personnel mais au nom de celui, quel qu'il soit, qui pourrait occuper la position de président du *Board of Trade* — que le gouvernement de Sa Majesté fera tous ses efforts pour rendre leur visite à la fois agréable et intéressante. (*Très bien.*) Ils trouveront bien des choses dignes d'attirer leur attention dans les chemins de fer de la Grande-Bretagne, bien qu'il ne soit pas douteux que la situation de nos railways ne soit relativement un peu moins importante qu'il y a trente ans, quand notre première ère de la construction des chemins de fer tirait à sa fin. Nous avons donné le signal du départ et maintenant on peut admettre que nous avons terminé la construction ou presque terminé la construction de nos grandes lignes principales. D'après les meilleurs chiffres que j'ai pu obtenir, le capital total engagé dans les chemins de fer de la Grande-Bretagne est de 25 milliards de francs (1,000 millions de livres sterling), soit d'un sixième du capital total engagé dans les chemins de fer du monde entier. Le nombre de voyageurs transportés annuellement dans ce pays est, en chiffres ronds, de 900 millions, le nombre de tonnes transportées annuellement est de 330 millions (325 millions de tonnes anglaises), le nombre d'employés de chemins de fer est à peu près de 400,000. Notre kilométrage total est seulement de 34,000 kilomètres (21,000 milles), tandis que celui de toutes les possessions de Sa Majesté Britannique est de 113,000 kilomètres (70,000 milles) et celui du monde entier est de 644,000 kilomètres (400,000 milles), dont à peu près la moitié se rapporte aux États-Unis et à l'Amérique du Nord, comme vous l'a dit Son Altesse Royale. La

as of the artist who follows his art because he loves it, is that of wishing to communicate the knowledge he possesses to enlarge the general store and to advance the general progress.

« To the Foreign delegates who are here present I will venture to say that so far as Her Majesty's Government can (and this I will venture to say on behalf of whoever may occupy the position of president of the Board of Trade) Her Majesty's Government will do its best to make their visit both pleasant and profitable. (*Hear, hear.*) They will find much that is interesting in British Railways, although no doubt the position of British Railways is relatively somewhat less important than it was 30 years ago, when our first great era of railway construction was drawing to its close. We had the start, and now we may be taken to have completed the making, or nearly completed the making, of our great trunk lines. According to the best figures I have been able to obtain, the total capital invested in British Railways is about one thousand millions sterling (25,000,000,000 francs) being about one sixth of the total capital invested in railways in the world. The number of passengers carried, speaking again in round figures, annually in this country is 900,000,000; the number of tons carried annually is 325,000,000 (330,000,000 metric tons); the number of the railway employes is about 400,000. Our total mileage however is only 21,000 miles (34,000 kilometres) as against 70,000 miles (113,000 kilometres) in the whole of Her Majesty's Dominions, and as against 400,000 miles (644,000 kilometres) in the world at large nearly one half of which, as your Royal Highness has submitted, is to be found in the United States and North America. Britain is a comparatively small area, and our lines are short if they be compared with some of the great lines of Russia, or that great Canadian Pacific line which nearly reaches 3,000 miles (4,800 kilo-

Grande-Bretagne est un pays comparativement petit et nos lignes sont peu étendues si on les compare à quelques-unes des grandes lignes de la Russie ou au Grand Canadian Pacific, qui atteint presque 4,800 kilomètres (3,000 milles). Cependant nous pouvons montrer ici à nos visiteurs étrangers quelque chose qui sera plein d'intérêt pour eux; nous pouvons leur montrer des travaux de génie remarquables, tels que le grand pont du Forth et le tunnel de la Severn; nous pouvons leur montrer un service des trains singulièrement complet et bien organisé, qui donne des facilités qui ne sont données nulle part à une population très dense et qui, j'ose l'affirmer, combine la vitesse et la sécurité à un degré qui n'a pas été atteint jusqu'ici. Et je n'omettrai pas de remarquer, à propos de la sécurité, que dans ce pays le gouvernement et les compagnies de chemins de fer se sont beaucoup occupés de la question de la sécurité du personnel des chemins de fer et que nous espérons que cette question qui, sans aucun doute, a toutes les sympathies étrangères, comme elle a la sympathie de la Grande-Bretagne, aura une place dans vos discussions.

« Si nous avons beaucoup de choses à vous montrer, nous avons aussi bien des choses à apprendre de nos visiteurs étrangers. Des systèmes divers d'exploitation sont représentés ici. La France, par exemple, bien que la plupart de ses chemins de fer soient dans les mains de compagnies privées, a vu son gouvernement prendre une part active dans les progrès de ses chemins de fer. En Russie, l'exploitation des chemins de fer appartient presque entièrement à l'État. En Italie, les chemins de fer ont été affermés par l'État et forment des entreprises privées. L'Autriche-Hongrie a essayé les deux systèmes et sera capable de nous donner des renseignements précieux sur leurs résultats.

« D'un autre côté, la Belgique, aussi bien que la France et l'Italie, pourront nous enseigner beaucoup de choses hautement intéressantes et importantes relativement à la question à

metres). Nevertheless we can show our foreign visitors something here which will be full of interest to them. We can show them remarkable engineering works, such as the great Forth Bridge and the Severn Tunnel; we can show them a singularly complete and highly organised service of trains which gives facilities not elsewhere given for a very dense population, and which I think I may say combines speed with safety in a manner hitherto unprecedented. And I will not omit to notice, *apropos* of the question of safety, that in this country we have been much occupied, both the Government and the Railway Companies, with the question of the safety of the railway work people, and that we hope that that question which I have no doubt engages foreign sympathy, as well as it does British sympathy, will find a place among your deliberations.

« If we have much to show, we have also, gentlemen, much to learn from our foreign visitors. Various systems of railway management are represented here. France, for instance, although most of her railways are in the hands of private companies, has seen her government take a very active share in the work of railway development. In Russia, the railway management nearly entirely belongs to the State. In Italy, the railways have been leased by the State as private undertakings. Austria-Hungary is trying both schemes and will be able to give us valuable information as to their results.

« On the other hand from Belgium, as well as from France and Italy, we may learn much that is highly interesting and important upon the question to which your Royal

laquelle Votre Altesse royale a fait allusion, celle de la construction et de l'exploitation économiques des chemins de fer légers, lesquels pourront non seulement donner quelque aide à l'agriculture, mais aussi faire quelque chose pour activer la vie dans nos villages et pour essayer d'introduire dans les bourgs et les districts ruraux de notre pays quelques-unes des industries actuellement trop concentrées dans nos grandes villes. La Suisse, avec son bureau international de chemins de fer qui prononce des sentences sur les litiges entre les chemins de fer, pourra nous donner un exemple de la manière dont une institution de cette espèce pourrait fonctionner dans un but plus industriel et plus commercial. Non seulement les États-Unis pourront nous enseigner beaucoup de choses utiles, en ce qui concerne la traction électrique, qui y a atteint, je pense, un plus grand développement que partout autre part de ce côté de l'Atlantique, mais nous aurons aussi beaucoup de renseignements intéressants à obtenir des hommes qui sont à la tête de ces grands réseaux de chemins de fer qui traversent, sur plus de la moitié de sa profondeur, le grand continent et qui ont des relations fréquentes et souvent si délicates avec les autorités civiles des districts qu'ils parcourent et sur la prospérité desquels ils ont une influence si directe. Quelques-unes de ces questions, Votre Altesse Royale et vous, messieurs, vous ne les trouverez point à l'ordre du jour du Congrès; cependant, elles sont, je pense, pleines d'intérêt pour nous et nous profiterons de l'occasion que nous donne la présence des délégués étrangers pour apprendre quelque chose sous ce rapport. Nous profiterons de l'occasion que nous donne la réunion de tant de gens capables et expérimentés pour nous faire ouvrir les trésors de renseignements que chaque contrée peut nous apporter.

« Ce que les chemins ont fait à la fois pour les convenances privées et le plaisir de chacun de nous, ainsi que pour la prospérité commerciale de nos pays respectifs, mes paroles

Highness has referred, — the question of cheaper construction and the working of light railways, which may not only give some measure of aid to agriculture but may also do something to quicken life in our villages, and to endeavour to bring some of the industries, now too much concentrated in great towns, into the villages and rural districts of our country. Switzerland again with its International Railway Bureau, which is engaged in the settlement of railway controversies, may give us an example of how an international system of that kind may be worked in a wider industrial and commercial field. From the United States we may learn, not only a great deal that is valuable with regard to electric traction, which has been carried to a higher point there I think than anywhere on this side of the Atlantic, but we shall also have many interesting data from the gentlemen who are in control of those great railway systems which stretch more than half way across the great continent, and which are brought into frequent and sometimes very delicate relation with the civil authorities of the districts they traverse, and whose prosperity they so materially affect. Some of these topics, your Royal Highness and gentlemen, will not be found in the Agenda of the Congress; nevertheless they are, I think, full of instruction for us, and we shall value the opportunity which the presence of foreign delegates will give us of learning something about them; we shall value the opportunity which the meeting of so many capable and experienced men affords of learning what stores of knowledge each country has to contribute.

« How much railways have done both for the private convenience and pleasure of all of us, and for the commercial prosperity of our respective countries, it needs no words of mine to

seraient insuffisantes pour le dire, mais j'aurais voulu, si possible, m'étendre un peu sur les résultats futurs du développement des chemins de fer. Le sujet cependant est trop vaste. L'accroissement de moyens de communication par terre, qui sont déjà rapides et économiques, ont changé toutes les traditions du commerce, de la politique et de la civilisation sous toutes ses formes. Il y a un vers d'un fameux poète ancien qui m'a frappé et dans lequel il est question des fils du dieu du feu qui, en créant des routes, ont dompté la terre; et nous pouvons dire, messieurs, que dans la dernière moitié de ce siècle les routes de fer et les enfants du dieu du feu ont changé la face de la terre. Ils ont créé un énorme développement du trafic et non seulement du trafic par terre, mais aussi du trafic maritime; car en apportant à bon marché les matières premières et les objets manufacturés au bord de la mer, ils ont accru immensément le développement des transports par eau. Ils ont permis aux peuples civilisés de connaître beaucoup mieux qu'ils ne pouvaient le faire auparavant, les caractères et les mœurs les uns des autres et de prouver plus complètement comment le bien-être de chacun est lié au bien-être de tous. Dans l'Inde, ils ont fait beaucoup, ils font et ils feront encore davantage pour effacer ces distinctions de caste qui y étaient devenues plus fortes que les différences de nationalité en Europe. Ils ont ouvert l'Afrique qui était, il y a peu de temps, inexplorée et inconnue; ils pénètrent dans les déserts de l'Asie; ils ont rendu le monde entier d'aujourd'hui virtuellement plus étroit que celui que connaissaient nos ancêtres il y a vingt ans.

« Votre Altesse Royale et vous, messieurs, vous trouverez ces résultats bien vastes et il y en a que l'on ne peut encore apercevoir qu'à moitié parce que nous ne pouvons les percevoir que comme un mirage à travers les brouillards de l'avenir; mais ils ajoutent de la dignité et de l'importance même à ces détails de l'art de l'ingénieur et de la conduite du

say. But I should have liked, had it been possible, to dwell a little upon the wider and further results of railway extension, — the subject, however, is too vast. The growth of a means of land communication which is at once rapid and cheap has changed all the traditions of commerce, of politics of government, and I may say, of civilisation in all its forms. There is a striking line in a famous ancient poet in which he speaks of the sons of the Fire God who in making roads have made the wild earth tame; and we may say gentlemen, that within the last half century iron roads and the children of the Fire God have changed the face of our earth. They have induced an enormous development of trade, and not only of land trade but of ocean trade also; for the cheap bringing of the products and of manufactures to the sea board has immensely increased the development of water carriage also. They have enabled the civilised Peoples to know, far better than they previously could, the characters and habits of life of one another, and to realise more fully how the welfare of each is bound up with the welfare of all. In India they have done much, and are doing, and will do, still more to break down those distinctions of caste which there have been even stronger than the differences of nationality in Europe. They are opening up Africa, so lately unexplored and unknown: they are penetrating the deserts of Asia; they are making the whole great world of our time virtually smaller than that little world which our ancestors knew 20 centuries ago.

« These, your Royal Highness and Gentlemen, are vast results; they are results which are still only half perceived as they loom on as through the mists of the future: but they add dignity and importance even to those details of engineering and traffic management with which the sections of this Congress will be concerned; and they make

us feel what immense and far reaching consequences may in the centuries to come hang upon the efforts you are making, and hang also upon those which are being made by that vast army of railway workers throughout the world whom the delegates here present represent.

« Gentlemen, I will say only one word more. While these consequences which we foresee lead us to admire your skill and your energy, they associate us very closely with your aims and your aspirations, and give us further reasons for rejoicing to see you here among us in the capital of the British Empire, and for wishing, as we heartily wish to-day, success and prosperity to your labours. » *(Applause.)*

(H. R. H. the Prince of Wales left the Hall amidst applause, accompanied by his suite, all present rising.)

A few minutes afterwards the proceedings were continued under the presidency of Mr. Dubois.

Mr. Dubois proposed the nomination of Lord Stalbridge as acting president, and of Sir Henry Oakley as general secretary of the session. *(Cheers.)*

Lord Stalbridge took the chair, accompanied by Sir Henry Oakley.

Lord Stalbridge. — « Gentlemen, — I will detain you but a very few moments, for after the eloquent speeches of his Royal Highness the Prince of Wales and the President of the Board of Trade, to which you have just listened, little remains for me to say, except to welcome you on behalf of the railway companies of this country. You are assured of your welcome from those two gentlemen the highest in the land and the President of the Board of Trade as representing the

de fer le font à leur tour, de tout cœur, à votre arrivée à Londres.

« Je sais que ce n'est pas à mes qualités personnelles que je dois l'honneur d'occuper le poste élevé que vous avez bien voulu me confier aujourd'hui, mais parce que j'ai été choisi par mes collègues comme représentant un chemin de fer que j'ose appeler l'un des premiers du pays, sinon du monde entier.

« Mes prédécesseurs, dans ce fauteuil, ont toujours été des hommes renommés pour des connaissances techniques plus étendues que je ne puis prétendre posséder; leurs noms sont bien connus dans les annales de l'exploitation des chemins de fer; mais, comme vous le savez bien, en Angleterre les administrateurs de chemins de fer ne sont pas choisis à cause de leurs connaissances des détails techniques, mais pour d'autres raisons. Pour les détails techniques de l'exploitation des railways, nous nous reposons sur ces hommes habiles, experts dans la profession, sur lesquels nous devons nous reposer et qui sont capables de nous assister, et auxquels nous confions l'exploitation technique du réseau entier. C'est sur leur intelligence et leur énergie que nous nous reposons, et j'ai la confiance que dans les visites et dans les excursions que vous allez faire, vous pourrez juger par vous-mêmes de leur talent et de leur habileté; car vous pouvez être assurés d'une chose, c'est que rien ne sera négligé par les compagnies de chemins de fer pour faire votre séjour dans cette île aussi intéressant et aussi agréable que possible. (*Applaudissements.*) Vous ne devez pas nous en vouloir si le temps n'est pas parfait, parce que, comme vous le savez, l'Angleterre est proverbiale pour l'inconstance de son climat. En ce moment, nous avons certainement du beau temps, et je crains que dans ce bâtiment vous ne trouviez qu'il ne règne une chaleur un peu plus forte que celle à laquelle beaucoup

Government — and the railways companies, as being in this country a private interest, now welcome you most heartily on this your first appearance in London.

« I feel that the honourable position in which you have been good enough to place me today is not owing to any special knowledge or ability of my own, but it is in consequence of my having been elected by my colleagues to take the chair of one which I think I may modestly call, at least one of the leading railways of this country, if not of the world.

« My predecessors in this chair have always been famous for more technical knowledge than I can pretend to possess; their names are well known in the annals of railway working; but, as you are very well aware, in England directors are not chosen on account of their knowledge of technical details, but they are chosen for other reasons. For the technical details in the working of the railway we depend upon those able gentlemen experts in the profession on whom we must depend, and to whom we look for the actual technical working of the whole line. It is upon their skill and energy that we depend, and I trust that in the visits and excursions you will shortly make you will be able to judge for yourselves of their skill and ability; for you may rest assured of this : that nothing shall be wanting on the part of the railway companies to make your stay in this Island as interesting and as agreeable as possible. (*Applause.*) You must not blame us if the weather is not perfect, because, as you are aware, England is proverbial for the fickleness of her climate. At present we are having certainly fine weather, and I am afraid that in this building you may feel it a little warmer than even some of you, gentlemen, are accustomed to; but still I trust that the weather will be such as to render your excursions over our country agreeable and pleasant.

de vous, messieurs, ne sont accoutumés ; j'espère, cependant, que le temps sera tel qu'il rendra vos excursions à travers le pays agréables et amusantes.

« Comme vous l'a très bien dit Mr. Bryce, nous sommes fiers d'avoir été le berceau de la locomotive; car je pense qu'il est universellement admis que George Stephenson, s'il n'a fait aucune découverte remarquable, a été le premier à adapter la vapeur aux besoins de la locomotive, si l'on peut s'exprimer ainsi, et l'on nous pardonnera de tirer quelque fierté de ce que ce don fait à la civilisation soit dû à l'esprit inventif d'un Anglais; mais les Anglais se réjouissent surtout de ce que ces résultats bienfaisants ne sont pas restés confinés dans leurs îles, et de ce que le monde civilisé tout entier a profité des fruits de son génie, de son énergie et de sa persévérance, en présence des grandes difficultés de l'époque. Maintenant, beaucoup de nos amis étrangers admireront, j'ose le dire, la haute pression à laquelle les railways anglais sont toujours exploités. S'il est une chose que les Anglais voudraient pouvoir faire et ne peuvent faire, c'est de fermer les portes d'une station cinq ou dix minutes avant le départ du train, ce qui est une coutume très fréquente à l'étranger; mais vous verrez les gens arriver à la gare au dernier moment avant l'heure du départ réglementaire, avec leurs bagages et tout le reste; toutefois, l'habitude et l'habileté de nos employés permettent de faire face à cela et je pense que vous serez surpris de la ponctualité avec laquelle nos trains les plus chargés quittent leur point de départ dans la métropole et dans les autres grandes villes à l'heure réglementaire.

« Je voudrais vous exposer quelques faits relatifs aux chemins de fer anglais et que Mr. Bryce n'a fait qu'effleurer Je voudrais établir une comparaison et je suis à même de le faire avec les résultats d'il y a cinquante ans. Cette comparaison entre 1843 et 1893 mérite bien d'attirer quelques instants votre attention. Mr. Bryce a dit que le nombre de

« Now, as Mr. Bryce has truly said, we pride ourselves upon being the home of the locomotive; for I think it is universally admitted that George Stephenson was the one man who without making any remarkable discovery, if one may say so, was the one to adapt steam for locomotive purposes; and it is a pardonable pride with us that this boon to civilisation sprang from the brain of an Englishman. But Englishmen rejoice in the knowledge that its beneficent results are not confined to these Islands, but that the whole civilised world has shared in the fruits of his genius, energy, and perseverance, in the face of great difficulties at the time. Now many of our foreign friends will I dare say admire the high pressure at which English railways are always worked. If there is one thing more than another that Englishmen would like to do and cannot do, it is to shut the doors of a station five or ten minutes before the train leaves, which is very frequently the habit abroad; but you will see people come up to the station at the very moment before the train is advertised to leave, with their baggage and everything else; but habit and custom and the skill of our employes is enabled to deal with that, and I think you will be surprised at the punctuality with which our heavily loaded trains leave the termini and stations in the Metropolis and other large towns at the advertised moment.

« I should like to lay before you a few facts on which Mr. Bryce touched lightly with regard to English Railways. And I would just compare them, and I am enabled to do so, with what was the result exactly 50 years ago. The comparisons between 1843 and 1893 are well worthy of your attention for a few moments. Mr. Bryce said that the number of

voyageurs du Royaume-Uni est à peu près de 900 millions, mais il a complètement oublié qu'à côté de ces 900 millions de voyageurs, il n'y a pas moins de 1,574,000 cartes d'abonnement émises pour des parties plus ou moins longues de l'année, chacune desquelles, d'après notre estimation, est employée en moyenne 250 à 300 fois ; de telle sorte que si vous voulez bien multiplier 1,574,000 par 250 et ajouter le résultat aux 900 millions, vous aurez une idée réelle du nombre de voyageurs que nous transportons dans ce pays. (*Applaudissements.*)

« Les recettes du trafic des voyageurs se sont élevées à 757,925,000 francs (£ 30,317,000); le tonnage des marchandises (je parle de l'année 1893) s'est élevé à 298 millions de tonnes (293,290,000 tonnes anglaises), avec une recette de 1,024,850,000 francs (£ 40,994,000); vous voyez ainsi que notre trafic des marchandises rapporte à peu près 250 millions de francs (£ 10 millions) de plus que notre trafic des voyageurs. Les recettes totales des chemins de fer du Royaume-Uni, y compris les rentes et les recettes diverses, se sont élevées à 2,015,797,300 francs (£ 80,631,892) et les dépenses d'exploitation ont atteint 1,142,377,975 francs (£ 45,695,119), ou 57 p. c. des recettes totales; la différence, représentant la recette nette, s'est élevée à 873,419,325 francs (£ 34,936,773), ce qui serait suffisant pour payer en moyenne un intérêt annuel de 3.59 p. c. du capital. Le nombre total de kilomètres parcourus par les trains dans le Royaume-Uni a été de 519,452,460 (322,841,802 milles) et le nombre total de machines possédé par les différentes compagnies était de 18,032, de telle sorte que chaque machine a parcouru en moyenne 29,806 kilomètres (17,903 milles) dans l'année; on peut dire aussi que si l'on additionne les parcours effectués par toutes les machines en quarante minutes on obtient un parcours total égal au tour du monde. Ce sont des chiffres considérables, mais ils sont insignifiants si nous les comparons à ceux des che-

passengers in the United Kingdom was something like 900,000,000 but there he totally forgot that besides those 900,000,000 passengers there were no less than 1,574,000 season tickets issued for varying periods during the year, each of which was, according to our computation, used between 250 and 300 times: so that if you will kindly multiply 1,574,000 by 250, and add that to the 900,000,000 you will then have a real idea of the number of passengers that we do carry in this country. (*Applause.*)

« The receipts for passenger traffic amounted to £ 30,317,000 (757,925,000 francs); the tonnage of goods and mineral traffic (I am speaking of the year 1893) amounted to 293,290,000 tons (298,000,000 metric tons), the receipts from which amounted to £ 40,994,000 (1,024 millions 850,000 francs); so that you will see that our goods traffic brings in more by some £ 10,000,000 (250,000,000 francs) than our passenger traffic in this country. The total receipts of the railways in the United Kingdom, including rents and other items amounted to £ 80,631,892 (2,015,797,300 francs) and the working expenditure came to £ 45,695,119 (1,142,377,975 francs) or 57 per cent of the total receipts. The balance representing the net profit amounted to £ 34,936,773 (873 millions 419,325 francs), or sufficient to pay on an average 3·59 per cent per annum on the paid up capital. The total number of miles travelled by trains in the United Kingdom was 322,841,802 (519,452,460 kilometres); and the total number of engines possessed by the various companies was 18,032 so that each engine ran on the average 17,903 miles (29,806 kilometres) in the year. Taking the whole of the engines collectively it may be said that they run once round the world in every forty minutes. Those are large figures, but if we look at the railways of the civilised world, why those figures are absolutely dwarfed. Some three or four years ago it was computed that the amount of money

mins de fer du monde civilisé. On a calculé, il y a trois ou quatre ans, que le capital engagé dans les chemins de fer du monde était approximativement de 150,000 millions de francs (6,000 millions sterling), et que les recettes de l'exploitation étaient à peu près de 12,500 millions de francs (500 millions sterling) par an. Le total du kilométrage des railways du monde nous a été donné par Mr. Bryce ; je ne vous en reparlerai donc plus, mais il y a un fait curieux, c'est qu'il y a dans le monde environ 120,000 locomotives en feu, et si l'on peut admettre que chacune d'elles parcourt en moyenne 32,180 kilomètres (20,000 milles) par an, nous obtiendrons un parcours de 3,861,600,000 kilomètres (2,400,000,000 milles) par an, soit vingt-six fois la distance entre la terre et le soleil. Ces chiffres sont absolument trop grands pour que l'intelligence humaine puisse les saisir. Mais on doit s'émerveiller que tout ce développement de l'industrie des chemins de fer a été l'œuvre d'une seule génération, car c'est un fait peu douteux qu'il y a encore beaucoup de personnes qui peuvent se souvenir d'avoir voyagé en coche ou en diligence avant l'existence des chemins de fer. L'un des vice-présidents du London and North Western Railway, Mr. Cawkwell, avait 23 ans lorsque le chemin de fer de Liverpool à Manchester, le premier railway ouvert au transport public des voyageurs, fut inauguré en 1830. Mais il y a un autre sujet auquel Mr. Bryce a fait allusion et sur lequel je voudrais vous donner quelques chiffres, et, s'il y a un sujet et s'il est un motif pour lequel les hommes qui sont chargés de l'exploitation des chemins de fer en Europe ou au dehors peuvent s'adresser de légitimes congratulations, c'est que grâce au génie inventif de leurs ingénieurs et à la multiplication des appareils de signaux et d'enclenchements construits dans un but de sécurité, les accidents qui ont coûté la vie à des voyageurs sur les chemins de fer ont été, dans les dernières années, réduits presque au minimum.

invested in the railways of the world was approximately six thousand millions sterling (150,000 millions of francs), and that the traffic receipts were nearly five hundred millions sterling (12,500 millions of francs) per annum. The total mileage of the railways of the world Mr. Bryce has given you, so I will not go over that again; but this is a curious fact : that there are in the world about 120,000 locomotive engines in steam, and if it may be assumed that each of those runs on the average 20,000 miles (32,180 kilometres) in the year we shall get a train mileage of about 2,400,000,000 of miles (3,871,600,000 kilometres) in the year, or 26 times the distance between the Earth and the sun. These figures are almost too vast for the human intellect to grasp; but the most marvellous reflection is, that all this development of railway enterprise has been the work of a single generation; for it is an undoubted fact that there are many persons living who can remember travelling by coach or stage wagon before the railways existed. One of the Deputy Chairmen of the London and North Western Railway, Mr. Cawkwell, was twenty-three years of age when the Liverpool and Manchester Railway, the first public passenger railway made, was opened for traffic in 1830. But there is another subject to which Mr. Bryce alluded, and on which I should just like to give you a very few figures, and that is, that it there is one legitimate subject of congratulation amongst those who are responsible for the working of railways whether in Europe or abroad, it is, that owing to the inventive genius of their engineers, and the multiplication of the signalling and interlocking appliances designed for safety, the loss of life amongst passengers travelling by railway has been reduced in recent years to almost a minimum.

« Dans l'année 1870, sur les chemins de fer du Royaume-Uni, il a été tué un voyageur sur 4,700,000 et il a été blessé un voyageur sur 280,000 par des accidents de trains; en 1893, malgré le grand accroissement de la vitesse des trains et l'encombrement plus grand des chemins de fer provenant de l'augmentation du trafic, il n'a été tué qu'un voyageur sur 8,237,000 — c'est-à-dire à peu près la moitié — et il n'a été blessé qu'un voyageur sur 715,000. Il est donc un fait que, s'il faut en juger seulement par la statistique, là où un homme est le plus en sûreté, c'est dans une voiture d'un train express.

« Maintenant, messieurs, je vais enfin arriver à la comparaison promise. Cinquante ans auparavant, en 1843, treize ans après l'ouverture du premier chemin de fer public, les recettes de l'exploitation des chemins de fer du Royaume-Uni, au lieu d'être de plus de 2,000 millions de francs (80 millions sterling), comme en 1893, étaient seulement de 112 1/2 millions de francs (4 1/2 millions sterling) à peu près. Le nombre de tonnes transportées n'était pas noté à cette époque, mais le nombre de voyageurs était d'environ 23 1/2 millions. Le capital dépensé pour tous les chemins de fer ouverts au trafic à cette époque était de 1,637,500,000 francs (65,500,000 sterling), et le kilométrage des chemins de fer, qui s'élève aujourd'hui à 32,200 kilomètres (20,000 milles), était alors de moins de 3,220 kilomètres (2,000 milles).

« Telle est la comparaison rapide qu'il m'a été possible de vous donner pour la dernière période de cinquante ans; mais qui peut prévoir ce que l'homme qui aura l'honneur d'occuper dans cinquante ans le poste que j'ai en ce moment, sera mis à même de vous dire? Prendra-t-il un ballon pour quitter son fauteuil ou montera-t-il dans un train marchant à la vitesse de 240 kilomètres (150 milles) à l'heure et quel sera le moteur futur du monde? Actuellement, pour autant que les ingénieurs puissent le dire, l'électricité semble destinée à jouer un rôle très important sous ce rapport;

« In the year 1870 on the railways of the United Kingdom, 1 passenger in about 4,700,000 was killed, and 1 in about 280,000 was injured by accidents to trains; but in 1893, notwithstanding the great increase in the speed of the trains, and the more crowded state of the railways arising from the growth of traffic, only 1 passenger in every 8,237,000 was killed — that is, nearly half what it was before —and 1 in 715,000 was injured. It is a fact that, judging from statistics alone, the safest place that a man can be in is in a carriage on an express train.

« Now, gentlemen, I would just give you this comparison : that just 50 years ago, in 1843, thirteen years after the opening of the first public railway, the total traffic receipts on the railways of the United Kingdom instead of being more than eighty millions sterling (2,000 millions of francs), as they were in 1893, were only about four and a half millions (112 1/2 millions of francs). The number of tons carried was not at that time recorded, but the number of passengers carried was about 23 1/2 millions — the paid up capital of all the railways at that time opened for traffic was 65 1/2 millions sterling (1,637,500,000 francs) and the mileage of the railways which has now grown to 20,000 miles (32,200 kilometres) was then less than 2,000 miles (3,500 kilometres).

« Such is the short comparison I have been able to give you for the last 50 years; but who can tell what the gentleman who will occupy the honourable position, which I at this moment hold, 50 years hence will be enabled to say ? Will he take a balloon then to leave this place, or will he go on the rails at the rate of 150 miles (240 kilometres) an hour, or what will be the future motor of the world ? At present, so for as engineers can say, electricity seems to be bound to play a very important part with regard to that; but with regard to that, what is to

mais à ce propos, quelle sera la force motrice, si vous me permettez d'employer ce mot, qui produira l'électricité? Sera-ce encore le charbon? Nous constatons que la consommation du charbon dans ce pays s'accroît avec une grande rapidité. Je trouve qu'en 1854, qui est la première année pour laquelle on ait recueilli des statistiques complètes à ce sujet, l'extraction totale du charbon dans le Royaume-Uni était de 65,696,000 tonnes (64,661,000 tonnes anglaises). En 1893, l'extraction totale a été de 166,954,000 tonnes (164,325,000 tonnes anglaises). Eh bien, je suis heureux de vous dire que nous ne sommes pas inquiets en ce moment de la diminution de nos gisements de charbon; il n'est point douteux que dans les pays qui ont été ouverts récemment, — je fais plus particulièrement allusion au Japon, — de vastes mines de charbon ont été trouvées, et au fur et à mesure que le monde s'ouvrira davantage, on découvrira qu'il y a encore des dépôts ignorés de charbon, qui est, en somme, du soleil en bouteille pour l'usage futur du monde.

« Les chemins de fer, comme vous le savez, messieurs, étendent partout de nouvelles [illegible] L'Afrique présentera, sans aucun [illegible] prochainement, avant que de nombreuses années se soient écoulées, le même [illegible] sous le rapport des chemins de fer, que le continent américain présente actuellement. Il est certain que ces réunions du [illegible] utiles qu'elles aient été dans le [illegible] encore plus utiles dans l'avenir, [illegible] délibérations aideront matériellement [illegible] des chemins de fer, qui, [illegible] que nous puissions le dire à [illegible] la grande force civilisa- [illegible] partout où l'on voit apparaître un chemin de fer la [illegible] *applaudissements.*) [illegible] délibérations du [illegible] moindre [illegible] la continuer [illegible] des excursions [illegible] en vue

be the motive power (if I may use that word) to produce electricity? Is it to be coal? because we find that the consumption of coal in this country is increasing very rapidly. I find that in 1854, which is the earliest year for which complete mineral statistics were recorded, the total output of coal in the United Kingdom was 64,661,000 tons (65 millions 696,000 metric tons). In 1893, the total output was 164,325,000 tons (166 millions 954,000 metric tons). Well, I am glad to say that we are not anxious at this moment as to the diminution of our deposits of coal; but there is no doubt that in countries which have been opened up lately, — I can allude more particularly to Japan — large coal fields have been found; and the more that the world is opened up the more it will be found that there are deposits of coal, which is really bottled sunshine when all is said and done, in various parts of the world stored up for the future use of the world.

« Railways as you know, gentlemen, are increasing everywhere. Africa will shortly present, before many years are over, the same aspect of Railways over it, doubtless, that the American continent presents now; and there is no doubt whatever that these congress meetings, useful as they have been in the past, will be still more useful in the future, and that your deliberations will aid materially in the spread of railways throughout the world, which, so far as we can tell at this present moment are the great civilising power of the world; for wherever civilisation is found to go a railway is bound either to precede or follow. (*Applause.*)

« I feel certain that the deliberations of this session will not be of less importance than those which have preceded it. I trust that you will take advantage of the excursions which have been carefully laid out for you to

de vous faire voir nos grands centres de l'industrie des chemins de fer, et j'espère, quand nous nous séparerons, que les délégués emporteront un bon souvenir de l'hospitalité des Compagnies du Royaume-Uni. Je puis vous assurer que nous ferons tout ce qui est possible pour rendre votre visite agréable, et j'espère le prouver.

« J'ai maintenant un autre devoir à remplir, c'est de prier les délégués présents de se rendre dans les locaux des sections pour y élire leurs présidents et faire les premiers pas nécessaires pour inaugurer leurs travaux. » (*Applaudissements.*)

Mr. Dubois. — « Les membres du Congrès sont priés de se rendre dans leurs sections respectives pour y procéder à la nomination du président et des secrétaires principaux de chacune des sections. »

— La séance est levée à 4 heures.

see our great centres of railway industry, and I trust that when we meet to say good bye some ten days or a fortnight hence I shall find that there has been a feeling of satisfaction expressed by the delegates generally at the reception which they have been accorded by the railway companies of this country. I can assure you that we shall do our best to make your visit pleasant and agreeable, and I trust it will prove so.

« I have now only one other duty to perform, and that is to ask the delegates present to adjourn to their various rooms, and there to elect their Presidents and lay the steps for the future business of this Congress. » (*Applause.*)

Mr. Dubois. — The members of the Congress are requested to adjourn to their various sections for the purpose of electing the President and principal secretaries of each section.

— The proceedings terminated at 4 o'clock.

Ordre du jour des se

—	SECTION I. VOIES ET TRAVAUX. (WAY AND WORKS.)	SECTION I TRACTION ET MA (LOCOMOTIVES AND ROL
Lundi, 1er juillet . . (Monday, July 1) . . *Matin*, 10 heures . . (*Morning*, 10 o'clock).	I. Renforcement des voies. (Strengthening of Permanent Way.)	V. Chaudières. (Boilers.)
Après midi, 2 heures. (*Afternoon*, 2 o'clock).	I. Renforcement des voies. (Strengthening of Permanent Way.)	V. Chaudières. (Boilers.)
Mardi, 2 juillet . . . (Tuesday, July 2) . . *Matin*, 10 heures . . (*Morning*, 10 o'clock).	I. Renforcement des voies. (Strengthening of Permanent Way.)	VI. Locomotives des tr vitesse. (Express Locomot
Après-midi, 2 heures. (*Afternoon*, 2 o'clock).	II. Points spéciaux de la voie. (Places in Permanent Way, &c)	VII. Voitures des tra vitesse. (Express Rolling *Avec la section III, dan séances pléni (With Section III, in Ea Hall.)*
Mercredi, 3 juillet, *Matin*, 10 heures . . . . (Wednesday, July 3, *Morning*, 10 o'clock) . .	II. Points spéciaux de la voie. (Places in Permanent Way, &c) III. Bifurcations. (Junctions.)	VII. Voitures des tra vitesse. (Express Rolling *Avec la section III, dan — Salle des chemins miques. (With Section III, in Light Railway l*
Jeudi, 4 juillet . . . (Thursday, July 4) . . *Matin*, 10 heures . . (*Morning*, 10 o'clock).	IV. Ponts métalliques. (Metallic Bridges.)	VIII. Traction électriq (Electric Traction
Après-midi, 2 heures (*Afternoon*, 2 o'clock).	Séance plénière. (General Meeting.)	Séance plénière (General Meeting.)
Vendredi, 5 juillet . . (Friday, July 5) . . . *Matin*, 10 heures . . (*Morning*, 10 o'clock).	XVI. Système décimal. (Decimal System). *Avec la section IV, dans la salle n° 12. (With Section IV, in Room No. 12.)*	IX. Accélération des marchandises. (Acceleration of I *Avec la section III, da séances pléni (With Section III, in E Hall.)*
Après-midi, 2 heures. (*Afternoon*, 2 o'clock).	Séance plénière. (General Meeting.)	Séance plénière. (General meeting.)
Samedi, 6 juillet. *Matin*, 10 heures . . . . . (Saturday, July 6, *Morning*, 10 o'clock)	IV. Ponts métalliques. (*Suite et fin.*) (Metallic Bridges). (*End.*)	VIII. Traction électri (*fin.*) (Electric traction
Lundi, 8 juillet . . . (Monday, July 8) . . *Matin*, 10 heures . . (*Morning*, 10 o'clock .	...	XX. Freins des chem nomiques. (Brakes for Light *Avec la section V, dan (With Section V, in*
Après midi, 2 heures. (*Afternoon*, 2 o'clock).	Séance plénière. (General Meeting.)	Séance plénière. (General Meeting.)
Mardi, 9 juillet. *Matin* . . . . (Tuesday, July 9, *Morning*). . . 10 heures . (10 o'clock)	Séance plénière. (General Meeting.)	Séance plénière. (General Meeting.)
11 ½ heures (11.30 o'clock)	Séance de clôture. (Closing Ceremony.)	Séance de clôture. (Closing Ceremony)

mme of the Sectional Meetings.)

ECTION III. — TATION. (TRAFFIC)	SECTION IV. — ORDRE GÉNÉRAL. (GENERAL)	SECTION V. — CHEMINS DE FER ÉCONOMIQUES. (LIGHT RAILWAYS.)
ix. s.)	XIII. Organisation. (Organisation.)	XIX. Dépôts des chemins de fer économiques. (Light Railway Shops.)
ix. s.)	XIV. Règlement des litiges. (Settlement of disputes.)	XIX. Dépôts des chemins de fer économiques. (Light Railway Shops.)
ivres de gare. n Working.)	...	XVIII. Affermage de l'exploitation des chemins de fer économiques. (Leasing.)
es des trains à grande vitesse. ss Rolling-stock.) *ction II, dans la salle des es plénières, à 3 h. 30. on II, in East Conference all, at 3.30 o'clock.)*	...	XVIII. Affermage de l'exploitation des chemins de fer économiques. (Leasing.)
es des trains à grande vitesse. ss Rolling-stock.) *ion II, dans la salle n° 8. — emins de fer économiques. on II, in Room No. 8, Light Railway Room.)*	XVII-B. Facilités à accorder aux chemins de fer à faible trafic. (Relaxation of requirements.) *Avec la section V, dans la salle des séances plénières. (With Section V, in East Conference Hall.)*	XVII-B. Facilités à accorder aux chemins de fer à faible trafic. (Relaxation of requirements.) *Avec la section IV, dans la salle des séances plénières. (With Section IV, in East Conference Hall.)*
ivres de gare. *(Suite et fin.)* Working). *(End.)* ière. eting.)	XVII-B. Facilités à accorder aux chemins de fer à faible trafic. (Relaxation of requirements.) *Avec la section V, dans la salle des séances plénières. (With Section V, in East Conference Hall.)* Séance plénière. (General Meeting.)	XVII-B. Facilités à accorder aux chemins de fer à faible trafic. (Relaxation of requirements.) *Avec la section IV, dans la salle des séances plénières. (With Section IV, in East Conference Hall.)* Séance plénière. (General Meeting.)
ration des transports de marchandises. ration of Merchandise.) *ction II, dans la salle des lances plénières. ion II, in East Conference Hall.)* ère. eting.)	XVI. Système décimal. (Decimal system.) *Avec la section I, dans la salle n° 12. (With Section I, in Room No. 12.)* Séance plénière. (General Meeting.)	XVIII. Affermage de l'exploitation des chemins de fer économiques. *(Fin).* (Leasing.) *(End.)* Séance plénière. (General Meeting.)
e et camionnage. ge and Delivery.)	XVII-A. Affluents de transports. (Contributive traffic.) *Avec la section V, dans la salle des séances plénières. (With Section V, in East Conference Hall.)*	XVII-A. Affluents de transports. (Contributive traffic.) *Avec la section IV, dans la salle des séances plénières. (With Section IV, in East Conference Hall.)*
de vingt quatre heures. wenty-four Hours' Day.) *ction IV, dans la salle des lances plénières. on IV, in East Conference Hall.)* ière. eting.)	XV. Cadran de vingt-quatre heures. (The Twenty-four Hours' Day). *Avec la section III, dans la salle des séances plénières. (With Section III, in East Conference Hall.)* Séance plénière. (General Meeting.)	XX. Freins des chemins de fer économiques. (Brakes for Light Railways.) *Avec la section II, dans la salle n° 8. (With Section II, in Room No. 8.)* Séance plénière. (General Meeting.)
ière. eting.)	Séance plénière. (General Meeting.)	Séance plénière. (General Meeting.)
ôture. emony.)	Séance de clôture. (Closing Ceremony.)	Séance de clôture. (Closing Ceremony.)

LIST OF THE PAPERS

published for the Fifth Session.

I. Ordre de publication (As issued).

	TITRE DE LA QUESTION. (TITLE OF THE QUESTION.)	DOCUMENTS.
	En français (in French) :	
	[illegible] foyers et tubes à fumée des locomotives.	Exposé, par Mr. Ed. Sauvage.
	[illegible] foyers et tubes à fumée des locomotives.	Addenda, par le même.
	[illegible] des chemins de fer économiques.	Exposé, par Mr. Plocq.
	[illegible]	— par Mr. A. Zanotta.
	[illegible] des chemins de fer économiques.	— par Mr. Terzi.
	[illegible]	1er exposé (pays de langue non anglaise), par Mr. Lucien Motte.
	[illegible] des [illegible]	1er exposé (pays de langue non anglaise), par Mr. G. Duca.
	[illegible] de vingt-quatre heures.	Exposé, par Messrs. Scolari et Rocca.
	[illegible] de la voie	— par Mr. Sabouret.
	[illegible]	— par Mr. Wilkinson.
	[illegible] et les résultats [illegible] international des [illegible]	Note, par Mr. A. Dubois.
	[illegible]	2e exposé (pays de langue anglaise), par Mr. Fred. Harrison.
	[illegible] chemins de [illegible]	Exposé, par Mr. H. De Backer.
	[illegible]	2e exposé des littéras A et B, (pays de langue anglaise), par Mr. George H. Turner.
	[illegible]	2e exposé (pays de langue anglaise), par Mr. Thompson.
		1re note par Mr. Raynar Wilson.
		2e note par l'Administration des chemins de fer de la Méditerranée (Italie).
	[illegible]	Exposé, par Mr. Louis de Perl.
		Note, par Mr. Chas. J. Owens.
	[illegible]	Exposé, par Mr. C. de Burlet.
		Note, par Mr. W. M. Acworth.
	[illegible]	2e exposé (pays de langue anglaise), par Mr. W. Hunt.
	[illegible]	1er exposé (pays de langue non anglaise), par Mr. W. Ast.
		Addenda au 2e exposé (pays de langue anglaise), par Mr. W. Hunt.

[illegible] des rubriques à part anglaise sont différents. (The numbering of the [illegible] is not the same.)

N° du tiré à part. (Number of the separate issue).	NUMÈRO de la question. (NUMBER of the question.)	TITRE DE LA QUESTION. (TITLE OF THE QUESTION.)	DOCUMENTS.
Bres. (Brevs)			
18 Suite à 13.	X	Manœuvres de gare	Exposé du littéra A (pays de langue non anglaise), par Mr. J. de Richter. 1re note sur le littéra A, par l'Administration des chemins de fer méridionaux (réseau de l'Adriatique.
19	IX	Accélération du transport des marchandises.	Exposé, par Mr. H. Lambert.
20	IV	Construction des ponts métalliques .	Exposé, par Mr. Max Edler von Leber.
21	X	Manœuvres de gare	1er exposé du littéra B (pays de langue non anglaise), par Messrs. Eug. Sartiaux et A. von Boschian.
22	VII	Voitures des trains à grande vitesse.	Exposé, par Mr. C.-A. Park.
23	XVII-B	Facilités à accorder aux chemins de fer à faible trafic.	Exposé, par Messrs. A.-C. Humphreys-Owen et P.-W. Meik. 1re note, par Mr. E.-A. Ziffer. 2e note, par le même.
24	VIII	Traction électrique	Exposé, par Mr. Auvert. 1re note, par l'Administration des chemins de fer de l'Ouest français. 2e note, par l'Administration du chemin de fer du Nord. 3e note, par Mr. Ernest Gerard.
25	XII	Factage et camionnage	Exposé, par Mr. Twelvetrees. 1re note, par l'Administration des chemins de fer de l'Etat belge. 2e note, par l'Administration des chemins de fer de l'Ouest français.
26	VI	Locomotives des trains à grande vitess	Exposé, par Mr. John-A. Aspinall.
27	XI	Signaux	3e note, par Mr. Theo.-N. Ely. 4e — par l'American Railway Association (Messrs. A.-W. Sullivan et F.-A. Delano). 5e note, par Mr. Robert Pitcairn. 6e — par Mr. A.-T. Dice.
28	XVII-B	Facilités à accorder aux chemins de fer à faible trafic.	3e note, par Mr. Thomas-C. Farrer.
29	X	Manœuvres de gare	1re note sur le littéra B, par Mr. Wilhelm Ast. 2e — sur le littéra B, par l'Administration des chemins de fer du Nord Empereur Ferdinand.
30	...	Le développement des chemins de fer dans le Dominion du Canada.	Note, par l'honorable Sir Charles Tupper.
31	Formulaire *A*.	Les bris des rails d'acier	Exposé, par Mr. Bricka.
32	— *B*.	L'entretien courant des traverses métalliques comparé à celui des traverses en bois.	Exposé, par Mr. Kowalski.
33	— *C*.	La durée des traverses en bois des différentes essences non injectées ou injectées d'après les divers procédés.	Exposé, par Mr. V. Herzenstein.
34	— *E*.	Les foyers des locomotives	Exposé, par Mr. Hodeige.
35	— *F*.	Les chaudières des locomotives . .	Exposé, par Mr. Belleroche.
36	— *G*.	Le graissage des véhicules	Exposé, par Mr. Hubert.

N. B. — Le numérotage des tirés à part français et celui des tirés à part anglais sont différents. (The numbering of the separate issues in French and English is not the same.)

Number of the separate issue. (N° du tiré à part.)	NUMBER of the question. (NUMÉRO de la question.)	TITLE OF THE QUESTION. (TITRE DE LA QUESTION.)	DOCUMENTS.
Red. (Rouge.)		In English (En anglais):	
1	XX	Brakes for light railways	Report, by Mr. Plocq.
			Addenda, by the same.
2	V	Boilers, fire-boxes and tubes. . . .	Report, by Mr. Ed. Sauvage.
3	XVI	Decimal system	— by Mr. J.-L. Wilkinson.
4	XIX	Light railway shops.	— by Mr. Terzi.
5	XV	The twenty-four hours day	— by Messrs. Scolari and Rocca.
6	XIII	Organisation	2nd report (for English speaking countries), by Mr. Harrison.
7	X	Station working	2nd report on parts A and B (for English speaking countries), by Mr. Turner.
8	XI	Signals	2nd report (for English speaking countries), by Mr. Thompson.
			1st note, by Mr. Raynar Wilson.
9	I	Strengthening of permanent way in view of increased speed of trains.	2nd report (for English speaking countries), by Mr. William Hunt.
			Addenda by the same.
10	VI	Express locomotives	Report, by Mr. Aspinall.
11	II	Places in permanent way requiring special attention.	— by Mr. Sabouret.
12	XIII.	Organisation	1st report (for non English speaking countries), by Mr. Duca.
13	VII	Rolling stock for express trains. . .	Report, by Mr. C.-A. Park.
14	III	Junctions	— by Mr. Zanotta.
15	...	The history, organisation and results of the International Railway Congress.	Note, by Mr. A. Dubois.
16	IX	Acceleration of transport of merchandise.	Report, by Mr. H. Lambert.
17	XII	Cartage and delivery	Report, by Mr. Twelvetrees.
			1st note, by the Belgian State Railways Administration.
			2nd note, by the Western Railways of France Administration.
18	XI (See also N° 8)	Signals	1st Report (for non English speaking countries), by Mr. Motte.
			2nd note, by the Mediterranean Railway Company (Italy).
			3rd note, by Mr. Theo.-N. Ely.
			4th — by the American Railway Association (Messrs. A.-W. Sullivan and F.-A. Delano).
			5th note, by Mr. Robert Pitcairn.
			6th — by Mr. A.-T. Dice.

N. B. — Le numérotage des tirés à part français et celui des tirés à part anglais son différents. (The numbering of the separate issues in French and English is not the same.)

Number of the separate issue. (N° du tiré à part.)	NUMBER of the question. (NUMÉRO de la question.)	TITLE OF THE QUESTION. (TITRE DE LA QUESTION.)	DOCUMENTS.
Rad. (Rougr.)			
19	XVII-A	Light feeder lines.	Report, by Mr. De Backer.
20	XIV	Settlement of disputes	— by Mr. de Perl.
21	XVIII	The working of light railways by leasing companies.	— by Mr. de Burlet. Note by Mr. M.-W. Acworth.
22	IV	Construction and tests of metallic bridges.	Report, by Mr. Max Edler von Leber.
23	X	Station working. (Methods of accelerating the shunting of trucks.)	1re report on Part A (for non English speaking countries), by Mr. J. de Richter.
	X	Station working. (Employment of mechanical and electrical appliances in shunting.)	1re report on Part B (for non English speaking countries), by Messrs. Eug. Sartiaux and A. von Boschan. 1re note, on Part B, by Mr. Ast. 2e — — by the Administration of the « Kaiser Ferdinand Nordbahn » (railway).
24	...	Railway progress in the Dominion of Canada.	Memorandum, by the Hon. Sir Charles Tupper.
25	I	Strengthening of permanent way in view of increased speed of trains.	Report, by Mr. Ast.
26	XVII-B	Relaxation of normal requirements for light railways.	Report, by Messrs. Humphreys-Owen and P.-W. Meik. 1re note, by Mr. E.-A. Ziffer. 2e — — 3e — by the Hon. Thomas C. Farrer.
27	VIII	Electric traction.	Report, by Mr. Auvert. 1re note, by the Western of France Railway. 2e — by the Northern of France Railway. 3e — by Mr. Ernest Gerard.
28	XIV (See also N° 8).	Settlement of disputes	Note, by Mr. Chas. J. Owens.

N. B. — Le numérotage des tirés à part français et celui des tirés à part anglais sont différents. (The numbering of the separate issues in French and English is not the same.)

II. Dans l'ordre des questions. (As the questions are inserted in the agenda for discussion.)

NUMÉRO de la question. (NUMBER of the question.)	TITRE DE LA QUESTION. (TITLE OF THE QUESTION.)	DOCUMENTS.	ANNÉE ET PAGE du *Bulletin*. (YEAR AND PAGE of the *Bulletin*.)	NUMÉRO du tiré à part. (NUMBER of the separate issue.)
		En français (In French) :		
I	Renforcement des voies en vue de l'augmentation de la vitesse des trains. (Strengthening of permanent way in view of the increased speed of trains.)	2e exposé (pays de langue anglaise), par Mr. W. Hunt.	1895, vol. IX, p. 1037.	17 brun (brown).
		1er exposé (pays de langue non anglaise), par Mr. W. Ast.	1895, vol. IX, p. 1161.	Id.
		Addenda au 2e exposé (pays de langue anglaise), par Mr. W. Hunt.	1895, vol. IX, p. 1898.	Id.
		In English (En anglais) :		
		2nd report (for English speaking countries), by Mr. William Hunt	1895, vol. IX, p. 1113.	9 red (rouge).
		Addenda to the 2nd report (for English speaking countries), by the same.	1895, vol. IX, p. 1910.	Id.
		1st report (for non English speaking countries), by Mr. Ast.	...	25 red (rouge).
		En français (In French) :		
II	Points spéciaux de la voie. (Places in permanent way requiring special attention.)	Exposé, par Mr. Sabouret	1895, vol. IX, p. 473.	8 brun (brown).
		In English (En anglais) :		
		Report, by Mr. Sabouret	...	11 red (rouge).
		En français (In French) :		
III	Bifurcations . . . . . (Junctions.)	Exposé, par Mr. A. Zanotta	1894, vol. VIII, p. 959.	3 brun (brown).
		In English (En anglais) :		
		Report, by Mr. Zanotta	...	14 red (rouge).
		En français (In French) :		
IV	Construction et épreuves des ponts métalliques. (Construction and tests of metallic bridges.)	Exposé, par Mr. Max Edler von Leber . .	1895, vol. IX, p. 1635.	20 brun (brown).
		In English (En anglais) :		
		Report, by Mr. Edler von Leber	...	22 red (rouge).
		En français (In French) :		
V	Chaudières, foyers et tubes à fumée des locomotives. (Boilers, fire-boxes and tubes.)	Exposé, par Mr. Ed. Sauvage	1894, vol. VIII, p. 641.	1 brun (brown).
		Addenda à l'exposé par le même.	1895, vol. IX, p. 589.	1*bis* sans couverture (without cover).
		In English (En anglais) :		
		Report, by Mr. Ed. Sauvage	...	2 red (rouge).
		En français (In French) :		
VI	Locomotives des trains à grande vitesse. (Express locomotives.)	Exposé, par Mr. John A.-F. Aspinall . . .	1895, vol. IX, p. 2321.	26 brun (brown).
		In English (En anglais) :		
		Report, by Mr. Aspinall	1895, vol. IX, p 1309.	10 red (rouge).

N. B. — Le numérotage des tirés à part français et celui des tirés à part anglais sont différents. (The numbering of the separate issues in French and English is not the same.)

NUMÉRO de la question. (NUMBER of the question.)	TITRE DE LA QUESTION. (TITLE OF THE QUESTION.)	DOCUMENTS.	ANNÉE ET PAGE du *Bulletin*. (YEAR AND PAGE of the *Bulletin*.)	NUMÉRO du tiré à part. (NUMBER of the separate issue.)
		En français (In French) :		
VII	Voitures des trains à grande vitesse. (Rolling-stock for express trains.)	Exposé, par Mr. C.-A. Park	1895, vol. IX, p. 1975.	22 brun (brown).
		In English (En anglais) :		
		Report, by Mr. C.-A. Park	1895, vol. IX, p. 1847.	13 red (rouge).
		En français (In French) :		
VIII	Traction électrique. . . . (Electric traction.	Exposé, par Mr. Auvert	1895, vol. IX, p. 2035.	24 brun (brown).
		1re note, par l'Administration des chemins de fer de l'Ouest français	1895, vol. IX, p. 2147.	Id.
		2e note, par l'Administration du chemin de fer du Nord français.	1895, vol. IX, p. 2196.	Id.
		3e note, par Mr. Ernest Gerard	1895, vol. IX, p. 2202.	Id.
		In English (En anglais) :		
		Report, by Mr. Auvert	...	27 red (rouge).
		1st note, by the Western of France Railway.	...	Do.
		2nd — by the Northern of France Railway.	...	Do.
		3rd — by Mr. Ernest Gerard	...	Do.
		En français (In French) :		
IX	Accélération des transports de marchandises. (Acceleration of transport of merchandise.)	Exposé, par Mr. H. Lambert	1895, vol. IX, p. 1735.	19 brun (brown).
		In English (En anglais) :		
		Report, by Mr. H. Lambert.	1895, vol. IX, p. 2215	16 red (rouge).
		En français (In French) :		
X	Manœuvres de gare : *Littéra A.*	2e exposé des littéras A et B (pays de langue anglaise), par Mr. George-H. Turner.	1895, vol. IX, p. 701.	13 brun (brown).
	Moyens d'accélérer les manœuvres de gare. *Littéra B.*	1er exposé du littéra A (pays de langue non anglaise), par Mr. J. de Richter.	1895, vol. IX, p. 1563.	18 brun (brown).
		1re note sur le littéra A, par l'Administration des chemins de fer Méridionaux (ou réseau adriatique).	1895, vol. IX, p. 1612.	Id.
	Emploi des moyens mécaniques et électriques dans les manœuvres de gare. (Station working : *Part A.*	1er exposé du littera B (pays de langue non anglaise), par Messrs. Eug. Sartiaux et A. von Boschan.	1895, vol. IX, p. 1783.	21 brun (brown).
	Methods of accelerating the shunting of trucks in station working. *Part B.*	1re note sur le littéra B, par Mr. Wilhelm Ast.	1894, vol. VIII, p. 4.	29 brun (brown).
		2e — par l'Administration des chemins de fer Nord Empereur Ferdinand.	1895, vol. IX, p. 2499.	Id.
	Employment of mechanical and electrical appliances in station working.)	**In English (En anglais) :**		
		2nd report (for English speaking countries), by Mr. Turner.	1895, vol. IX, p. 765.	7 red (rouge).
		1st report on Part A (for non English speaking countries), by Mr. de Richter.	...	23 red (rouge).
		1st report on Part B (for non English speaking countries), by Messrs. Eug. Sartiaux and A. von Boschan.	...	Do.
		1st note on Part B, by Mr. Ast.	...	Do.
		2nd — — by the Administration of the « Kaiser Ferdinand Nordbahn » Railway.	...	Do.

N.B. — Le numérotage des tirés à part français et celui des tirés à part anglais sont différents. (The numbering of the separate issues in French and English is not the same.)

NUMÉRO de la question. (NUMBER of the question.)	TITRE DE LA QUESTION. (TITLE OF THE QUESTION.)	DOCUMENTS.	ANNÉE ET PAGE du *Bulletin*. YEAR AND PAGE of the *Bulletin*.)	NUMÉRO du tiré à part. (NUMBER of the separate issue.)
		En français (In French) :		
XI	Signaux. . . . . (Signals.)	1er exposé (pays de langue non anglaise), par Mr. Lucien Motte.	1894, vol. VIII, p. 1042.	5 brun (brown).
		2e exposé (pays de langue anglaise), par Mr. Thompson.	1895, vol. IX, p. 824.	14 brun (brown).
		1re note, par Mr. Raynar Wilson.	1894, vol. VIII, p. 894.	Id.
		2e note, par l'Administration des chemins de fer de la Méditerranée (Italie).	1895, vol. IX, p. 378.	Id.
		3e note, par Mr. Théo.-N. Ely	1895, vol. IX, p. 2421.	27 brun (brown)
		4e note, par l'American Railway Association (Messrs. A.-W. Sullivan et Frédéric-A. Delano).	1895, vol. IX, p. 2436.	Id.
		5e note, par Mr. Robert Pitcairn	1895, vol. IX, p. 2588.	Id.
		6e note, par Mr. A.-T. Dice.	1895, vol. IX, p. 2622.	Id.
		In English (En anglais) :		
		2nd report (for English speaking countries), by Mr. Thompson.	1895, vol. IX, p. 881.	8 red (rouge).
		1st note, by Mr. Raynar Wilson	1894, vol. VIII, p. 895.	Do.
		1st report (for non English speaking countries), by Mr. Motte.	...	18 red (rouge).
		2nd note, by the Mediterranean Railway Company (Italy).	...	Do.
		3rd note, by Mr. Theo.-N. Ely	1895, vol. IX, p. 2447.	Do.
		4th — by the American Railway Association (Messrs. A.-W. Sullivan and F.-A. Delano).	1895, vol. IX, p. 2461.	Do.
		5th note by Mr. Robert Pitcairn	1895, vol. IX, p. 2588	Do
		6th — by Mr. A.-T. Dice.	1895, vol. IX, p. 2624.	Do.
		En français (In French) :		
XII	Factage et camionnage . . (Cartage and delivery.)	Exposé, par Mr. Twelvetrees.	1895, vol. IX, p. 2243.	25 brun (brown).
		1re note, par l'Administration des chemins de fer de l'Etat belge.	1895, vol. IX, p. 2267.	Id.
		2e note, par l'Administration des chemins de fer de l'Ouest français.	1895, vol. IX, p. 2278.	Id.
		In English (En anglais) :		
		Report, by Mr. Twelvetrees	1895, vol. IX, p. 22-3.	17 red (rouge).
		1st note, by the Belgian State Railways Administration.	1895, vol. IX, p 2305.	Do.
		2nd note, by the Western Railway of France Administration.	1895, vol. IX, p. 2317.	Do.
		En français (In French) :		
XIII	Organisation des services . . (Organisation.)	1er exposé (pays de langue non anglaise), par Mr. G. Duca.	1895, vol. IX, p. 141.	6 brun (brown).
		2e exposé (pays de langue anglaise), par Mr. Fred. Harrison.	1895, vol. IX, p 613.	11 brun (brown).
		In English (En anglais) :		
		2nd report (for English speaking countries), by Mr. Fred. Harrison.	1895, vol. IX, p. 636.	6 red (rouge).
		1st report (for non English speaking countries), by Mr. Duca.	...	12 red (rouge).

N. B. — Le numérotage des tirés à part français et celui des tirés à part anglais sont différents. (The numbering of the separate issues in French and English is not the same.)

NUMÉRO de la question. (NUMBER of the question.)	TITRE DE LA QUESTION. (TITLE OF THE QUESTION.)	DOCUMENTS.	ANNÉE ET PAGE du *Bulletin*. (YEAR AND PAGE of the *Bulletin*.)	NUMÉRO du tiré à part. (NUMBER of the separate issue.)
		En français (In French) :		
XIV	Règlement des litiges . . . (Settlement of disputes.)	Exposé, par Mr. Louis de Perl	1895, vol. IX, p. 932.	15 brun (brown).
		Note, par Mr. Chas. I. Owens.	1894, vol. VIII, p. 902.	Id.
		In English (En anglais) :		
		Report, by Mr. de Perl	...	20 red (rouge).
		Note by Mr. Chas. J. Owens.	1895, vol. IX, p. 903.	28 red (rouge).
		En français (In French) :		
XV	Cadran de vingt-quatre heures (The twenty-four hours day.)	Exposé, par Messrs. Scolari et Rocca . . .	1895, vol IX, p. 434.	7 brun (brown).
		In English (En anglais) :		
		Report, by Messrs. Scolari and Rocca . . .	...	5 red (rouge).
		En français (In French) :		
XVI	Système décimal. . . . . (Decimal system.)	Exposé, par Mr. J. L. Wilkinson	1895. vol. IX, p. 491.	9 brun (brown).
		In English (En anglais) :		
		Report, by Mr. J.-L. Wilkinson	1895, vol. IX. p. 501.	3 red (rouge).
		En français (In French) :		
XVII-A	Affluents de transports. . . (Light feeder lines.)	Exposé, par Mr. H. De Backer	1895, vol. IX, p. 656.	12 brun (brown).
		In English (En anglais) :		
		Report, by Mr. de Backer	...	19 red (rouge).
		En français (In French) :		
XVII-B	Facilités à accorder aux chemins de fer à faible trafic. (Contributive traffic.)	Exposé, par Messrs. A. C. Humphreys-Owen et P.-W. Meik.	1895, vol. IX, p. 1918.	23 brun (brown).
		1re note, par Mr. E.-A. Ziffer.	1894, vol. VIII. p. 229.	Id.
		2e — par le même	1894, vol. VIII. p. 711.	Id.
		3e — par Mr Thomas C. Farrer. . . .	1895, vol. IX, p. 2545.	28 brun (brown).
		In English (En anglais) :		
		Report, by Messrs. A.-C. Humphreys-Owen and P.-W. Meik.	1895, vol. IX, p. 1947.	26 red (rouge).
		1st note, by Mr. E. A. Ziffer.	...	Do.
		2nd — —	...	Do.
		3rd — by the Hon. Thomas C. Farrer. . .	1895, vol. IX, p. 2545.	Do.
		En français (In French) :		
XVIII	Affermage de l'exploitation des chemins de fer économiques. (The working of light railways by leasing companies.)	Exposé, par Mr. C. de Burlet.	1895, vol. IX, p. 954	16 brun (brown).
		Note, par Mr. W.-M. Acworth	1894, vol. VIII, p. 798.	Id.
		In English (En anglais) :		
		Report, by Mr. de Burlet	...	21
		Note, by Mr. W.-M. Acworth.	1894, vol. VIII, p. 799.	red (rouge).

N. B. — Le numérotage des tirés à part français et celui des tirés à part anglais sont différents. (The numbering of the separate issues in French and English is not the same.)

NUMÉRO de la question. (NUMBER of the question.)	TITRE DE LA QUESTION. (TITLE OF THE QUESTION).	DOCUMENTS.	ANNÉE ET PAGE du *Bulletin*. (YEAR AND PAGE of the *Bulletin*.)	NUMÉRO du tiré à part. (NUMBER of the separate issue.)
		En français (In French) :		
XIX	Dépôts des chemins de fer économiques. (Light railway shops.)	Exposé, par Mr. Terzi	1895, vol. IX, p. 133.	4 brun (brown).
		In English (En anglais) :		
		Report, by Mr. Terzi.	...	4 red (rouge).
		En français (In French) :		
XX	Freins des chemins de fer économiques. (Brakes for light railways.)	Exposé, par Mr. Plocq	1894, vol. VIII, p. 916.	2 brun (brown).
		Complément à l'exposé, par le même . . .	1895, vol. IX, p. 386.	Id.
		In English (En anglais) :		
		Report, by Mr. Plocq	...	1 red (rouge).
		Addendum, by the same.	...	Do.
		En français (In French) :		
...	L'histoire, l'organisation et les résultats du Congrès international des chemins de fer. (The history, organisation and results of the International Railway Congress.)	Note, par Mr. A. Dubois	1895, vol. IX, p. 511.	10 brun (brown).
		In English (En anglais) :		
		By Mr. A. Dubois	...	15 red (rouge).
		En français (In French) :		
...	Le développement des chemins de fer dans le Dominion du Canada. (Railway progress in the Dominion of Canada.)	Note, par l'honorable Sir Charles Tupper .	1895, vol. IX, p. 2471.	30 brun (brown)
		In English (En anglais) :		
		By the Hon. Sir Charles Tupper	1895, vol. IX, p. 2485.	24 red (rouge).

ANNEXE au questionnaire. (APPENDIX to the list of questions for discussion.)	TITRE DE LA QUESTION. (TITLE OF THE QUESTION.)	DOCUMENTS.	ANNÉE ET PAGE du *Bulletin*. (YEAR AND PAGE of the *Bulletin*.)	NUMÉRO du tiré à part. (NUMBER of the separate issue.)
		En français (In French) :		
A	Renseignements techniques sur les bris des rails d'acier. (Technical information on the breaking of steel rails.)	Rapport, par Mr. Bricka . . . . . Traduction anglaise non encore publiée. (English translation not yet ready.)	1895, vol. IX, pag. 580.	31 brun (brown).
		En français (In French) :		
B	Renseignements techniques sur l'entretien courant des traverses métalliques comparé à celui des traverses en bois. (Technical information on the current cost of metallic compared with wooden sleepers.)	Rapport, par Mr. Kowalski . . . . . Traduction anglaise non encore publiée. (English translation not yet ready.)	1895, vol. IX, pag. 3169.	32 brun (brown).

N. B. — Le numérotage des tirés à part français et celui des tirés à part anglais sont différents. (The numbering of the separate issues in French and English is not the same.)

ANNEXE au questionnaire. (APPENDIX to the list of questions for discussion.)	TITRE DE LA QUESTION. (TITLE OF THE QUESTION.)	DOCUMENTS.	ANNÉE ET PAGE du *Bulletin* (YEAR AND PAGE of the *Bulletin*.)	NUMÉRO du tiré à part. (NUMBER of the separate issue.)
		En français (In French) :		
C	Renseignements techniques sur la durée des traverses en bois des différentes essences non injectées ou injectées d'après les divers procédés. (Technical information on the life of wooden sleepers of different kinds, not pickled or pickled according to various processes.)	Rapport, par Mr. V. Herzenstein . . . . Traduction anglaise non encore publiée. (English translation not yet ready.)	1895, vol. IX, pag. 2889.	33 brun (brown).
		En français (In French) :		
D	Renseignements techniques sur les essieux coudés des locomotives (Technical information on locomotive crank axles.)	Les renseignements recueillis étant très incomplets, cette question n'a pas été traitée. (As the information collected on this question was very incomplete, it was not dealt with.)	...	...
		En français (In French) :		
E	Renseignements techniques sur les foyers des locomotives. (Technical information on locomotive fire boxes.)	Rapport, par Mr. Hodeige. . . . . Traduction anglaise non encore publiée. (English translation not yet ready.)	1895, vol. IX, p. 2627.	34 brun (brown).
		En français (In French) :		
F	Renseignements techniques sur les chaudières des locomotives. (Technical information on locomotive boilers.)	Rapport, par Mr. Belleroche. . . . . Traduction anglaise non encore publiée. (English translation not yet ready.)	1895, vol. IX, p. 3077.	35 brun (brown).
		En français (In French) :		
G	Renseignements techniques sur le graissage des véhicules. (Technical information on the lubrication of rolling stock.)	Rapport, par Mr. Hubert. . . . . Traduction anglaise non encore publiée. English translation not yet ready.	1895, vol. IX, p. 2793.	36 brun (brown).
		En français (In French) :		
H	Renseignements techniques sur les machines de manœuvres. (Technical information on shunting engines.)	Les renseignements recueillis étant très incomplets, cette question n'a pas été traitée. (As the information collected on this question was very incomplete, it was not dealt with.)	...	...
		En français (In French) :		
I	Renseignements techniques sur le mouvement du personnel dans les différents pays. (Technical information on the movement of the staff in different countries.)	Les renseignements recueillis étant très incomplets, cette question n'a pas été traitée. (As the information collected on this question was very incomplete, it was not dealt with.)	...	...

N. B. — Le numérotage des tirés à part français et celui des tirés à part anglais sont différents. (The numbering of the separate issues in French and English is not the same.)

QUESTIONS

SOUMISES AUX DISCUSSIONS DE LA 5e SESSION.

1re SECTION. — VOIES ET TRAVAUX.

I. — Renforcement des voies en vue de l'augmentation de la vitesse des trains.

Modèle de voie à adopter pour les lignes parcourues par des trains de grande vitesse. Renforcement graduel de la résistance des voies existantes, de manière à permettre l'augmentation de la vitesse des trains :

A. Profil du rail. Détermination des efforts dynamiques supportés. Résultats d'expériences.

B. Conditions de fabrication et nature du métal des rails. Comparaison de l'acier mou avec l'acier dur. Acier produit : par le procédé acide au convertisseur Bessemer ; par le procédé basique au convertisseur ; par l'un ou l'autre procédé au four Martin.

C. Liaisons des rails. Fatigue supportée par les éclissages. Construction du joint qui assure le mieux la résistance uniforme de la voie dans toutes ses parties : rails à coussinets et rails Vignoles.

D. Traverses : qualité, dimensions, écartement.

E. Ballast : nature, conditions d'établissement.

Rapporteurs, pour les pays de langue non anglaise, Mr. Ast (W.), conseiller de régence, directeur des voies et travaux du chemin de fer du Nord-Empereur Ferdinand d'Autriche, à Vienne, et

Pour les pays de langue anglaise, Mr. Hunt, ingénieur de la voie du Lancashire and Yorkshire Railway, à Manchester.

QUESTIONS

FOR DISCUSSION AT THE FIFTH SESSION.

Ist SECTION. — WAY AND WORKS.

I. — Strengthening of Permanent in View of the Increased Speed of Trains.

Type of permanent way suited for lines traversed by trains at high speed. Gradual strengthening of existing roads so as to permit of an increase in the speed of trains :

A. Section of rail. Calculation of the strains imposed by the rolling load. Results of experiments.

B. Mode of manufacture and nature of rail-metal. Comparison of soft with hard steel. Steel produced : (1) by the acid process in the Bessemer converter; (2) by the basic process in the converter; (3) by either process in the Martin furnace.

C. Rail connections. Fatigue of fish plates. Construction of joint best calculated to secure uniform strength of the road throughout. Rails laid in chairs, and Vignoles rails.

D. Sleepers, their quality, dimensions; and distance apart.

E. Ballast, the various descriptions and methods of laying.

Reporters, for non English speaking countries, Mr. Ast (W.), Chief Engineer, Kaiser Ferdinand's Nordbahn of Austria, Vienna,

For English speaking countries, Mr. Hunt, Chief Engineer, Lancashire and Yorkshire Railway, Manchester.

II. — Points spéciaux de la voie.

Moyens à employer pour supprimer le ralentissement des trains rapides et éviter les chocs au passage des points spéciaux de la voie (courbes de faible rayon, pentes de grande longueur, aiguilles abordées par la pointe, traversées, passages à niveau, ponts tournants, etc.).

Rapporteur : Mr. Sabouret, ingénieur des ponts et chaussées, ingénieur principal du service central de la voie au chemin de fer de Paris à Orléans, à Paris.

III. — Bifurcations.

Conditions les plus favorables de construction des bifurcations sur les voies des trains rapides en vue d'éviter absolument les ralentissements. Meilleures dispositions à adopter pour les aiguilles et les traversées. Moyens les plus efficaces de maintenir la vitesse des trains en supprimant la surélévation dans les courbes des bifurcations.

Rapporteur : Mr. Zanotta (A.), ingénieur, chef de section au service de l'entretien, surveillance et travaux du chemin de fer de la Méditerranée (Italie), à Milan.

IV. — Construction et épreuves des ponts métalliques.

A. Quelles sont les quantités de métal mises et à mettre en œuvre dans les ponts de chemins de fer en tenant compte des prescriptions en vigueur dans les différents pays?

B. Quelles sont la nature et la valeur des procédés des différentes Administrations de chemins de fer pour les épreuves initiales et pour les épreuves périodiques des ponts métalliques?

Quelle est l'importance réelle que l'on doit attribuer à ces épreuves, et peut-on les regarder comme un moyen expérimental pour établir les conditions effectives de solidité et le degré de sûreté des constructions susdites?

Rapporteur : Max Edler von Leber, inspecteur en chef du corps I. R. de la surveillance générale des chemins de fer de l'Autriche, au ministère du commerce, à Vienne.

II. — Places in Permanent Way requiring special attention.

Means to avoid the necessity of expresses slackening speed, and to prevent shocks in passing special points, such as sharp curves, long and sleep gradients, facing points, rail-crossings, road-crossings, swing bridges, &c.

Reporter, Mr. Sabouret, Principal Engineer, Orleans Railway, Paris.

III. — Junctions.

Best method of constructing junctions upon express lines so as absolutely to avoid slackening speed.

Best arrangements of points and crossings.

The most efficacious means of maintaining the speed of trains while abandoning super-elevation at junction-curves.

Reporter, Mr. Zanotta (A.), Divisional Engineer, Mediterranean Railway of Italy, Milan.

IV. — Construction and Tests of Metallic Bridges.

A. What are the quantities of metal used and required to be used in railway bridges, according to the regulations in force in different countries?

B. What are the nature and value of the methods adopted by the different railway administrations for the original and the subsequent periodical testing of metal bridges?

C. What is the real value of these tests and can they be regarded as practical means of settling the actual state of repair and the margin of safety of the above-mentioned structures?

Reporter, Max Edler von Leber, Principal Inspector of the Railway Control Department of Austria, Ministry of Commerce, Vienna.

2e SECTION. TRACTION ET MATÉRIEL.

V. — Chaudières, foyers et tubes à fumée des locomotives.

A. Chaudières et foyers en acier. Efforts supportés en service et conditions de réception des tôles.

B. Tubes à fumée en fer. Moyens d'éviter les fuites aux plaques tubulaires.

C. Action nuisible exercée par les eaux d'alimentation sur les chaudières et les tubes. Systèmes d'épuration.

D. Programme d'essais relatifs à la production de la vapeur, savoir :

Résultats donnés par les tubes suivant leur diamètre, leur longueur, leur système, leur disposition dans la chaudière et le métal dont ils sont formés;

Essais sur l'influence du volume de la boîte à fumée et des différentes formes des cheminées et des pare-étincelles;

Essais sur les divers systèmes d'échappement;

Essais sur l'influence que peut avoir la vitesse sur la production de la vapeur.

Rapporteur : Mr. Sauvage, ingénieur en chef des mines, ingénieur en chef adjoint du matériel et de la traction des chemins de fer de l'Est français, à Paris.

VI. — Locomotives des trains à grande vitesse.

Type de moteur à vapeur le plus favorable aux grandes vitesses.

Emploi des hautes pressions et application du principe compound.

Distributions perfectionnées et tiroirs équilibrés.

Conditions de construction des locomotives en vue de diminuer la grandeur des efforts dynamiques usurés sur la voie. Influence, à ce dernier point de vue, de la disposition compound.

Rapporteur : Mr. Aspinall, ingénieur en chef de la traction du Lancashire and Yorkshire Railway, à Horwich, Lancashire.

2nd SECTION. — LOCOMOTIVES AND ROLLING STOCK.

V. — Boilers, Fire-Boxes and Tubes.

A. Steel boilers and fire-boxes. Strain to which they are subjected in use, and conditions on which the plates are accepted.

B. Iron tubes. Means of preventing leakage at the tube plates.

C. Injurious effect of the feed water on the boilers and tubes. Systems of purifying.

D. Synopsis of experiments as to the production of steam, viz. :—

Results obtained with tubes according to their diameter, length, system, arrangement in the boiler, and the metal of which they are made.

Experiments as to the influence of the capacity of the smoke-box, and the different forms of chimneys and spark-arresters.

Experiments with the various forms of blast-pipe.

Experiments as to the effects of speed on the production of steam.

Reporter, Mr. Sauvage, Assistant Locomotive Engineer, Eastern Railway of France, Paris.

VI — Express Locomotives.

Type of engine most suitable for high speeds.

The use of high pressure, and application of the compound principle.

Improvements in distribution and balanced slide-valves.

Engine building regarded from the point of view of diminishing the strains of the permanent way. The effect from this latter point of view of the compound principle.

Reporter, Mr. Aspinall, Chief Mechanical Engineer, Lancashire and Yorkshire Railway, Horwich, Lancashire.

VII. — Voitures des trains à grande vitesse.

(2e et 3e sections réunies.)

Type de voitures pour les trains à grande vitesse et pour les trains à long parcours. Train flexible et continu. Perfectionnements apportés aux dispositions intérieures. Divers modes de chauffage et d'éclairage.

Rapporteur : Mr. Park, chef du service des voitures du London and North Western Railway, à Wolverton.

VIII. — Traction électrique.

Étude générale de la traction électrique.

Rapporteur : Mr. Auvert, ingénieur attaché au service central du matériel du chemin de fer de Paris-Lyon-Méditerranée, à Paris.

VII. — Rolling stock for Express Trains.

(2nd and 3rd Sections combined.)

Type of rolling stock for express trains, and long journeys. Vestibule trains. Improvements in internal arrangements. Various modes of heating and lighting.

Reporter, Mr. Park, Carriage Superintendent, London and North Western Railway, Wolverton.

VIII. — Electric Traction.

The general question of electric traction.

Reporter, Mr. Auvert, Engineer in the Rolling Stock Department of the Paris and Lyons Railway, Paris.

5e SECTION. — EXPLOITATION.

IX. — Accélération des transports de marchandises.

(2e et 3e sections réunies.)

Influence de la vitesse des transports sur les dépenses de traction et l'utilisation du matériel, d'une part, sur l'effectif du matériel et le développement des installations fixes, d'autre part.

Rapporteur : Mr. Lambert, directeur général du Great Western Railway, Paddington, Londres, W.

X. — Manœuvres de gare.

A. Moyens d'accélérer les manœuvres de gare et les manutentions des marchandises. Dispositions des gares de formation.

Rapporteurs pour les pays de langue

5rd SECTION. — TRAFFIC.

IX. — Acceleration of Transport of Merchandise.

(2nd and 3rd Sections combined.)

Influence of speed upon of the expenses of haulage, and the utilisation of rolling stock, on the one hand, and on the other hand, upon the number of vehicles and the amount of accommodation and plant required.

Reporter, Mr. Lambert, General Manager, Great Western Railway, Paddington, London, W.

X. — Station Working.

A. Methods of accelerating the shunting of trucks and handling of merchandise. Arrangement of sorting sidings.

Reporters for non English speaking

[illegible] adjoint du [illegible] de Saint-Pétersbourg [illegible] chemins de fer de l'État [illegible] Saint-Pétersbourg, et

[illegible] *pays de langue anglaise*, [illegible] directeur général du Midland [illegible] à Derby.

[illegible] moyens mécaniques et électriques [illegible] à manutention des marchandises [illegible] de gare.

Rapporteurs pour les pays de langue [illegible], Mr. SARTIAUX (EUG.), chef des [illegible] électriques du chemin de fer du Nord, à Paris, et Mr. VON BOSCHAN (A.), [illegible] du chemin de fer du Nord-Empereur Ferdinand d'Autriche, à Vienne;

Pour les pays de langue anglaise, Mr. TURNER, directeur général du Midland Railway, à Derby.

XI. — SIGNAUX.

Perfectionnements récents dans les appareils de block system et d'interlocking-system, notamment au point de vue de l'économie des installations.

Signaux dans les tunnels.

Moyens à employer pour éviter les collisions aux points dangereux des lignes rapides en cas de franchissement des signaux à l'arrêt.

Remplacement du langage des couleurs par celui des formes géométriques en vue d'éviter les dangers provenant du daltonisme ou du défaut d'acuité visuelle.

Rapporteurs pour les pays de langue non anglaise, Mr. MOTTE (LUCIEN), ingénieur adjoint au chef de service des voies et travaux du chemin de fer de l'État belge, à Namur, et

Pour les pays de langue anglaise, Mr. THOMPSON, chef du service des signaux du London and North Western Railway, à Crewe.

countries, Mr. RICHTER (J.), Assistant Superintendent of the State Railway from St. Petersburg to Warsaw, St. Petersburg;

For English speaking countries, Mr. TURNER, General Manager, Midland Railway, Derby.

B. Employment of mechanical and electrical appliances in shunting and marshalling.

Reporters for non English speaking countries, Mr. EUGÈNE SARTIAUX, Electrical Engineer of the Northern of France Railway, Paris, and Mr. VON BOSCHAN (A.), Engineer, Kaiser Ferdinand's Nordbahn, Vienna;

For English speaking countries, Mr TURNER, General Manager, Midland Railway, Derby.

XI. — SIGNALS.

Recent improvements in block and interlocking apparatus, chiefly from the point of view of economy in initial outlay.

Signals in tunnels.

Methods of preventing collisions at points of danger on express lines, in case of over-running stop signals.

Replacement of colour signals by geometric form signals, in order to avoid the dangers arising from colour-blindness or defective vision.

Reporters for non English speaking countries, Mr. MOTTE (LUCIEN), Engineer, Belgian State Railway, Namur;

For English speaking countries, Mr. THOMPSON, Signal Superintendent, London and North Western Railway, Crewe.

XII. — Factage et camionnage.

[illegible] du service de factage et de camionnage, la remise et la prise à domicile des [illegible] à expédier par chemin de fer.

Rapporteur : Mr. Twelvetrees, directeur [illegible] des marchandises du Great [illegible] Railway, King's Cross, Londres, N.

XII. — Cartage and Delivery.

Organisation for the collection and delivery of goods and parcels consigned by railway.

Reporter, Mr. Twelvetrees, Chief Goods Manager, Great Northern Railway, King's Cross, London, N.

4e SECTION. — ORDRE GÉNÉRAL.

XIII. — Organisation des services.

Organisation des services d'administration centrale et des services extérieurs sur les divers réseaux des différents pays.

Rapporteurs pour les pays de langue non anglaise, Mr. Duca, directeur général des chemins de fer de l'État roumain, professeur à l'école des ponts et chaussées, à Bucharest, et

Pour les pays de langue anglaise, Mr. Harrison, directeur général du London and North Western Railway, Euston, Londres, N. W.

XIV. — Règlement des litiges.

Règlement des litiges qui se produisent entre les Administrations des chemins de fer à l'occasion du transport des marchandises.

Rapporteur : Mr. de Perl, conseiller d'État, directeur gérant de l'Union russe pour les relations internationales des chemins de fer, à Saint-Pétersbourg.

XV. — Cadran de vingt-quatre heures.

(3e et 4e sections réunies.)

Introduction dans les horaires de la numération continue des heures de 1 à 24 et de la division de l'heure en 100 grades. État de la question. Applications partielles dans les différents pays.

4th SECTION. — GENERAL.

XIII. — Organisation.

Organisation of the central administration, and outdoor staff on the various systems of different countries.

Reporters for non English speaking countries, Mr. Duca, General Manager, Roumanian State Railways, professor at the École des ponts et chaussées, Bucharest;

For English speaking countries, Mr. Harrison, General Manager, London and North Western Railway, Euston, London, N. W.

XIV. — Settlement of Disputes.

Rules for settlement of differences arising between Railways with respect to goods traffic.

Reporter, Mr. de Perl, Privy Counsellor, Chief of the Foreign Traffic Department, Russian Railway Union, St. Petersburg.

XV. — The Twenty-four hours Day.

(3rd and 4th Sections combined.)

Introduction in the time-tables of continuous reckoning from 1 to 24 hours, and of the division of the hour into 100 parts. Present state of the question. Partial adoption in different countries.

Avantages pour le public et pour le service. La modification des cadrans des horloges serait-elle nécessaire, et dans l'affirmative comment devrait-elle se faire ?

Rapporteurs : Messrs. Scolari (Léon), docteur en droit, inspecteur principal de la direction générale des chemins de fer de la Méditerranée (Italie), et Rocca (Joseph), ingénieur, inspecteur de la direction générale du même chemin de fer, à Milan.

XVI. — Système décimal.
(1re et 4e sections réunies.)

Généralisation de l'adoption du système décimal dans les calculs relatifs aux constructions et à l'exploitation des chemins de fer.

Moyens de favoriser l'introduction du système métrique des poids et mesures dans les pays où il n'est pas en usage.

Rapporteur : Mr. Wilkinson, directeur du service des marchandises du Great Western Railway, Paddington, Londres, W.

5e SECTION.
CHEMINS DE FER ÉCONOMIQUES.

XVII — Affluents de transports et chemins de fer à faible trafic. *(4e et 5e sections réunies.)*

A. *Chemins de fer économiques affluents.* Moyens employés par les Administrations des grandes lignes pour faciliter l'établissement ou l'exploitation des chemins de fer économiques affluents.

Rapporteur : Mr. De Backer (H.), directeur général de la Société générale de chemins de fer économiques de Belgique, à Bruxelles.

B. *Facilités à accorder aux chemins de fer à faible trafic.* Facilités qui pourraient être

Advantages to the public, and to the railway service. Would the alteration of existing clocks be necessary, and if so, how could it best be accomplished?

Reporters, Messrs. Scolari (Léon), Chief Inspector of the Mediterranean Railway of Italy, and Rocca (Joseph), Engineer and Inspector of this Railway, Milan.

XVI. — Decimal System.
(1st and 4th Sections combined.)

General adoption of the decimal system in calculations relating to the construction and working of railways.

Method of facilitating the introduction of the metric system of weights and measures in those countries where it is not already in use.

Reporter, Mr. Wilkinson, Chief Goods Manager, Great Western Railway, Paddington, London, W.

5th SECTION. — LIGHT RAILWAYS.

XVII. — Contributive Traffic and relaxation of normal requirements for Light Railways. *(4th and 5th Sections combined.)*

A. *Light feeder lines.* Method adopted by the great Railways to encourage the building or working of light feeder lines.

Reporter, Mr. De Backer, General Manager of the Belgian General Economic Railway Society, Brussels.

B. *Relaxation of normal requirements for light railways.* In the case of light railways

accordées par les autorités gouvernementales pour favoriser l'établissement et l'exploitation des chemins de fer à faible trafic, sans qu'il en résulte d'inconvénient au point de vue de la sécurité.

Rapporteurs : Messrs. A. C. HUMPHREYS-OWEN, membre du Parlement anglais, président du Conseil du comté de Montgomeryshire, administrateur des Cambrians Railways, et P. W. MEIK, membre de l'Institut des ingénieurs civils, Londres.

what relaxation can be made by the Government in its normal requirements for construction and working without risking the public safety?

Reporters, Mr. HUMPHREYS OWEN, M. P., Chairman of the Montgomeryshire County Council, Director of the Cambrian Railways, and Mr P. W. MEIK, M. Inst C. E., London.

XVIII. — AFFERMAGE DE L'EXPLOITATION DES CHEMINS DE FER ÉCONOMIQUES.

Quels sont les pays où l'affermage a été appliqué? Quelles sont les conditions auxquelles il a été accordé, et quels sont les résultats utiles que l'on en a retirés?

Rapporteur : Mr. DE BURLET, directeur général de la Société nationale belge des chemins de fer vicinaux, à Bruxelles

XVIII. — THE WORKING OF LIGHT RAILWAYS BY LEASING COMPANIES.

In what countries has the system of leasing light railways been adopted? On what terms are such leases granted and with what practical results?

Reporter, Mr. DE BURLET, General Manager of the Belgian National Light Railway Society, Brussels.

XIX. — DÉPÔTS DES CHEMINS DE FER ÉCONOMIQUES.

Faut-il placer le dépôt principal au milieu ou à l'une des extrémités de la ligne?

Rapporteur : Mr. TERZI, directeur du chemin de fer de Suzzara-Ferrara, à Sermide (Italie).

XIX. — LIGHT RAILWAY SHOPS.

Should the principal shops be in the middle or at one end of the line?

Reporter, Mr. TERZI, Manager of the Railway from Suzzara-Ferrara to Sermide, Italy.

XX. — FREINS DES CHEMINS DE FER ÉCONOMIQUES.

(2e et 3e sections réunies.)

Étude des divers systèmes de freins appliqués aux chemins de fer économiques. Conditions techniques et conditions de sécurité.

Rapporteur : Mr. PLOCQ, ingénieur, chef de l'exploitation de la Société générale des chemins de fer économiques, à Arras, France.

XX. — BRAKES FOR LIGHT RAILWAYS.

(2nd and 5th Sections combined.)

Account of the different kind of brakes in use on light railways. Their respective advantages both from the technical and from the public safety point of view.

Reporter, Mr. PLOCQ, Superintendent of the General Light Railway Society, Arras, France.

ANNEXE.

RENSEIGNEMENTS TECHNIQUES

à recueillir conformément aux formulaires adoptés par le Congrès sur :

A. Les bris des rails d'acier, par Mr. Bricka, ingénieur en chef de la voie et des bâtiments des chemins de fer de l'État français, professeur du cours de chemins de fer à l'école des ponts et chaussées, à Paris.

B. L'entretien courant des traverses métalliques comparé à celui des traverses en bois, par Mr. Kowalski, ingénieur en chef du service central de l'exploitation du chemin de fer de Bône-Guelma, à Paris.

C. La durée des traverses en bois des différentes essences non injectées ou injectées d'après les divers procédés, par Mr. V. Herzenstein, ingénieur des voies de communication de Russie, vice-président de la Commission pour l'étude de la conservation des bois, à Saint-Pétersbourg.

D. Les essieux coudés des locomotives (1), par Mr. Hodeige, ingénieur principal au chemin de fer de l'État belge, à Bruxelles.

E. Les foyers des locomotives, par Mr. Hodeige, précité.

F. Les chaudières des locomotives, par Mr. Belleroche, ingénieur chef de service au chemin de fer Grand Central Belge, à Bruxelles.

G. Le graissage des véhicules, par Mr. Hubert, ingénieur en chef, directeur d'administration au chemin de fer de l'État belge, à Bruxelles.

H. Les machines de manœuvres (1), par Mr. Hodeige, précité.

I. Le mouvement du personnel dans les différents pays (1), par Mr. G. de Laveleye, membre du conseil d'administration du chemin de fer du Congo, à Bruxelles.

(1) Les renseignements recueillis étant très incomplets, cette question n'a pas été traitée.

APPENDIX.

TECHNICAL INFORMATION

collected in conformity with the forms adopted by the Congress :

A. The breaking of steel rails, by Mr. Bricka, chief engineer of the French State Railways, professor of railway engineering at the École des ponts et chaussées, Paris.

B. The current cost of metallic compared with wooden sleepers, by Mr. Kowalski, chief engineer of the Bona Guelma railway, Paris.

C. The life of wooden sleepers of different kinds, not pickled or pickled according to various processes by Mr. V. Herzenstein, engineer of ways and communications, vice-president of the Commission for the study of the preservation of timber in Russia, St. Petersburg.

D. Locomotive crank axles (1), by Mr. Hodeige, chief engineer, Belgian State Railways, Brussels.

E. Locomotive fire-boxes, by Mr. Hodeige, aforesaid.

F. Locomotive boilers, by Mr. Belleroche, chief engineer, Grand Central Railway of Belgium, Brussels.

G. Lubrication of rolling stock, by Mr. Hubert, chief engineer, Belgian State Railways, Brussels.

H. Shunting engines (1), by Mr. Hodeige, aforesaid.

I. The movement of the staff in different countries (1), by Mr. G. de Laveleye, director of the Congo Railway, Brussels.

(1) As the information collected on this question was very incomplete, it was not dealt with.

1re SECTION — VOIES ET TRAVAUX

SÉANCE D'INSTALLATION

Le 26 juin 1895, à 4 ½ heures de relevée.

PRÉSIDENCE PROVISOIRE DE M. LUDVIGH, MEMBRE DE LA COMMISSION INTERNATIONALE.

M. le Président. — Messieurs, je suis chargé par la Commission internationale du Congrès des chemins de fer de faire procéder à l'élection du bureau de la 1re section.

D'accord avec la Commission internationale, je vous propose de choisir comme président M. Jeitteles, conseiller aulique et directeur général du chemin de fer du Nord-Autrichien.

Vous savez, messieurs, que cette grande Compagnie de chemins de fer est une entreprise des plus prospères et des mieux administrées de la monarchie austro-hongroise. Le choix de son éminent directeur général ne peut être qu'avantageux à vos débats, d'autant plus que, pour l'étude de l'une des questions les plus importantes de votre ordre du jour, « la question du renforcement des voies en vue de l'augmentation de la vitesse des trains », cette Compagnie a su faciliter, dans la plus large mesure possible, la tâche incombant à votre rapporteur M. Ast, directeur de la construction du Nord-Autrichien, qui vous présentera avec sa haute compétence un résumé de son remarquable rapport. (*Applaudissements.*)

M. Jeitteles. — Je me sens extrêmement honoré de ce que vous veuillez bien ratifier d'une façon si flatteuse pour moi le choix qui vous a été proposé. Je vous en suis très reconnaissant et je vous donne l'assurance que vous pouvez compter sur mon entier dévouement.

Je vous propose de compléter votre bureau comme suit :

Secrétaires principaux. — Mr. DEBRAY, ingénieur en chef des ponts et chaussées de France, professeur à l'École nationale des ponts et chaussées, secrétaire genéral de la commission des méthodes d'essai des matériaux de construction.

Mr. EDMUND ANDREWS, Resident Engineer, London and South Western Railway.

Secrétaires rapporteurs. — Mr. DEMOULIN, inspecteur du matériel et de la traction des chemins de fer de l'Ouest français.

Mr. LESLIE ROBINSON, Associate Member of the Institution of Civil Engineers.

(*Assentiment.*)

— La séance est levée.

1re SECTION. — VOIES ET TRAVAUX

QUESTION I

RENFORCEMENT DES VOIES

EN VUE DE

L'AUGMENTATION DE LA VITESSE DES TRAINS

Modèle de voie à adopter pour les lignes parcourues par des trains à grande vitesse. Renforcement graduel de la résistance des voies existantes, de manière à permettre l'augmentation de la vitesse des trains :

A. *Profil du rail. Détermination des efforts dynamiques supportés. Résultats d'expériences.*

B. *Conditions de fabrication et nature du métal des rails. Comparaison de l'acier mou avec l'acier dur. Acier produit : par le procédé acide au convertisseur Bessemer ; par le procédé basique au convertisseur ; par l'un ou l'autre procédé au four Martin.*

C. *Liaisons des rails. Fatigue supportée par les éclissages. Construction du joint qui assure le mieux la résistance uniforme de la voie dans toutes ses parties : rails à coussinets et rails Vignoles.*

D. *Traverses : qualité, dimensions, écartement.*

E. *Ballast : nature, conditions d'établissement.*

Rapporteurs : Mr. Asr (W.), conseiller de régence, directeur des voies et travaux du chemin de fer du Nord Empereur Ferdinand d'Autriche, et

Mr. Hunt, ingénieur de la voie du Lancashire and Yorkshire Railway.

QUESTION I

TABLE DES MATIÈRES

N. B. — Voir aussi le tiré à part à couverture brune n° 17.

2e EXPOSÉ (PAYS DE LANGUE ANGLAISE)

Par W. HUNT

INGÉNIEUR EN CHEF DE LA VOIE DU LANCASHIRE AND YORKSHIRE RAILWAY

(Traduction.)

En vue de s'assurer de la pratique suivie par les chemins de fer de la Grande-Bretagne et de l'Irlande, de l'Amérique, des Indes, de l'Afrique et de l'Australie, le rapporteur a préparé un questionnaire se rapportant à l'objet de ce rapport.

Ce questionnaire a été envoyé par la Commission internationale du Congrès aux Compagnies adhérentes, et par le rapporteur lui-même à douze Compagnies américaines dont il lui paraissait utile de faire connaître au Congrès les procédés; parmi ces douze Compagnies, six ont répondu.

Dans le questionnaire, on demandait de ne répondre que pour les lignes sur lesquelles il existe un service de trains express roulant à une vitesse minimum de 64 kilomètres (40 milles) à l'heure. Trois lignes des Indes, deux de l'Afrique et une de l'Australie ont répondu qu'elles n'avaient pas de trains express roulant à cette vitesse et qu'il n'y avait, par conséquent, aucun intérêt à ce qu'elles répondissent au questionnaire.

Trois chemins de fer du Royaume-Uni n'ont pas répondu du tout, et deux ont

la longueur de leurs lignes étant

Galles :

QUES

TABLE DES

N. B. — Voir aussi le tiré à part à couvertu

des errements adoptés par les
eur a extrait des réponses dont

seignements contenus dans les dix tableaux annexés à ce
ne reproduisent pas littéralement les termes des réponses
teur croit en avoir reproduit correctement la substance. Il
reproduire littéralement les termes des différentes réponses
ttre la comparaison facile des errements d'un chemin de fer
mins de fer.

le rapport est accompagné de 30 planches qui indiquent le
té par les Compagnies et Administrations qui ont répondu au
r a été adressé.

ue les tableaux et les planches indiquent les derniers types
dministration au moins pour ce qui concerne le Royaume-Uni.
sont pas actuellement employés sur la totalité des différents
graduellement introduits par les chemins de fer au fur et à
lements.

chemins de fer américains indiquent différents poids de rails
lignes, mais n'ajoutent pas si les Compagnies vont employer
us fort ou si elles se proposent de continuer à employer les rails
n sur leurs embranchements.

du que les remarques contenues dans ce rapport ne s'appliquent
ompagnies et Administrations qui ont répondu au questionnaire
sé.

Types de voie.

ne le type de voie, il semble, d'après les réponses reçues, que les
Royaume-Uni sont en train d'adopter presque universellement les
relets inégaux maintenus au moyen de coins dans des coussinets
par des chevilles de bois ou des crampons de fer, des tire-fond
n de ces différentes attaches. Le type de voie adopté en Amérique
qui ont répondu au questionnaire est le rail à patin reposant
s traverses et fixés à celles-ci principalement au moyen de

eurs qui, dans leurs réponses, ont exprimé une opinion sur la
s types de voie, sont l'ingénieur en chef de la voie du *Great*
l'Irlande et l'ingénieur en chef de la voie du *New-York Central*
Railroad. Le premier, qui emploie les deux types de voie, s'ex-

étant en contact immédiat avec les traverses, il en résulte une

déclaré qu'ils ne croyaient pas devoir répon
trop faible.

Les chemins de fer suivants ont répondu :

13 chemins de fer d'Angleterre et du pays

Cambrian.
Furness.
Great Eastern.
Great Northern.
Great Western.
Lancashire and Yorkshire.
London Brighton and South Co
London and North Western.
London and South Western.
Manchester Sheffield and Lincol
Midland.
North Eastern.
South Eastern.

4 chemins de fer d'Écosse :

Caledonian.
Glasgow and South Western.
Highland.
North British.

2 chemins de fer d'Irlande :

Great Northern Railway of I
Great Southern and Western

6 chemins de fer d'Amérique :

Chesapeake and Ohio.
Chicago, Burlington and Q
Illinois Central.
Lake Shore and Michigan.
Pennsylvania.
New York Central and Hu

1 chemin de fer des Indes :

East Indian.

1 chemin de fer d'Australie :

New South Wales Govern

En vue de permettre une compara
différentes Compagnies et Administr

pas de doute que notre voie en
uni de coins à l'intérieur est de
eilleure à tous les points de vue

ées passé de mode dans ce pays,
r les routes américaines une très
e l'économie ».

la voie.

e effectué en vue de permettre un
nies de chemins de fer du Royaume-
raduellement le poids de leurs rails,
sur les traverses; mais, d'après les
part des principales Compagnies ne
ces derniers types de voie étant capables
ortes que l'on puisse atteindre avec le
Railway constate cependant qu'on pour-
augmentant le poids du rail et la surface
eurs comporter une chambre plus large
dimension. La Compagnie du *London*
es courbes raides et sur les fortes incli-
supplémentaire sous chaque paire de rails.
ce et renforcent évidemment encore leurs
sauf la Compagnie du *New-York Cen-*
l'intention de renforcer davantage sa

Bretagne et Irlande.
— RAILS, ETC.
Robinson A.)

Nouvelle du rail d'acier à bourrelets inégaux, le
plus fort que le bourrelet inférieur en vue de
fait suffisamment fort, en tenant
avec le bourrelet supérieur, supposé usé,
porter la charge.

rails varie entre 39 1/2 et 45 1/2 kilogrammes par rd); en Écosse, entre 38 et 44 1/2 kilogrammes par yard), et en Irlande entre 36 1/2 et 42 kilogrammes par yard). [Il y a quelques rails pesant 49 1/2 kilogrammes yard), mais ils sont en petit nombre.] A l'exception du rails ont une longueur de 9m74 (32 pieds), et du *London* adopte actuellement une longueur type de 18m29 (60 pieds), doptée par les Compagnies anglaises est de 9m14 (30 pieds). ande, la longueur type des rails est aussi de 9m14 (30 pieds), *ian* et pour le *Great Northern of Ireland*, qui emploient respecti- 9m74 et 7m92 (32 et 26 pieds) de longueur.

s que l'on se soit donné un poids déterminé par unité de longueur de d'usure avant renouvellement; l'état général de l'ensemble des voie et d'autres circonstances variables sont prises en considération r le moment où la voie doit être renouvelée. Quand on fait des renou- est généralement sur de grandes longueurs à la fois et les matériaux qu'ils ne sont pas trop usés, sont utilisés aux réparations et quelquefois llements des embranchements et des voies de tiroir ou de garage.

rts imposés aux rails par la charge roulante, ne se prêtant pas à un calcul pour qu'il soit possible de dessiner un rail d'après les mêmes principes ques qu'une poutre, les ingénieurs anglais considèrent que l'observation use des effets produits sur la voie par les charges roulantes est le meilleur de déterminer les dimensions et la forme du rail.

B. — Mode de fabrication et nature du métal a rails.

Voir tableau *B.*

Il ressort clairement des réponses reçues que la plupart des Administrations de chemins de fer font laminer leurs rails avec de l'acier fabriqué par le procédé acide de Bessemer; cependant, plusieurs des Compagnies indiquent le procédé Bessemer sans spécifier s'il s'agit du procédé acide ou du procédé basique. Les seules Compagnies qui, dans leurs cahiers des charges, permettent l'emploi du procédé basique, sont la Compagnie du *Manchester Sheffield and Lincolnshire* et le *North Eastern*.

Le *London and North Western*, le *Manchester Sheffield and Lincolnshire*, le *Caledonian* et le *North British* ont un cahier des charges spécial pour le procédé acide Siemens-Martin.

En ce qui concerne les épreuves, toutes les Compagnies, sauf le *Cambrian*, essayent

leurs rails en les soumettant à des chocs produits par des moutons de différents poids tombant de différentes hauteurs sur différentes longueurs de rails portés sur des coussinets distants de 0m914 à 1m067 (3 pieds à 3 pieds 6 pouces). La flèche permanente admise varie dans chaque cas d'après le poids du mouton et la hauteur de chute.

En outre, quelques Compagnies soumettent leurs rails aux mêmes épreuves que les longerons, en suspendant au centre des poids morts et en spécifiant la flèche admise pour les épreuves avec certains poids.

Il ne semble pas qu'en général les essais chimiques soient prévus dans les cahiers des charges pour la fourniture des rails, quatre Administrations seulement indiquant des conditions d'analyse chimique plus ou moins détaillées. Le *Great Northern Railway of Ireland* déclare qu'il essaye ses rails chimiquement, mais ne donne pas de renseignements sur les conditions qu'il exige.

Le poids de rupture en tonnes par unité de surface n'est indiqué que par cinq Compagnies. L'allongement pour cent n'est indiqué que par trois Compagnies et la contraction de surface pour cent que par une.

D'après ces renseignements, il semble donc que les Compagnies de chemins de fer s'en rapportent principalement aux épreuves par le choc pour déterminer la qualité des rails qu'elles emploient.

Quant aux mérites relatifs de l'acier dur et de l'acier doux, cinq Compagnies seulement donnent quelques renseignements; de ces cinq Compagnies, trois penchent pour l'emploi de l'acier doux qui est moins exposé aux ruptures et donne par conséquent une plus grande somme de sécurité.

C. — Attaches des rails.

(Voir tableau *C.*)

Le joint universellement adopté dans le Royaume-Uni est le joint en porte-à-faux, les rails étant réunis par deux éclisses assemblées à travers les rails par quatre boulons d'éclisses.

A l'exception du *Great Western* et du *London and North Western*, qui emploient des éclisses de 508 millimètres (20 pouces) de longueur, toutes les Compagnies ont adopté l'éclisse de 457 millimètres (18 pouces) de longueur. Des éclisses beaucoup plus longues étaient en usage il y a quelques années, mais l'opinion générale semble être que l'éclisse doit être aussi courte que possible afin de réunir aux joints, aussi près que possible, les coussinets et les traverses. En réponse à la question : Cette forme de joint donne-t-elle satisfaction? seize Compagnies sur dix-neuf ont répondu affirmativement.

Quant à leur forme, les éclisses employées peuvent être divisées en deux catégories, celles dont la hauteur est égale à la distance entre le bourrelet supérieur et le bourrelet inférieur du rail, et celles qui sont prolongées jusqu'à la surface du bourrelet inférieur et même plus bas, en enveloppant le rail par dessous. Des sections de cette espèce d'éclisse sont données dans les planches ci-annexées. Dix Administrations emploient le premier modèle et neuf se servent de types du second genre de différentes sections. Aucune idée n'est émise quant à l'amélioration du joint.

Pour autant qu'il s'agisse de rails à bourrelets inégaux, tous les chemins de fer supportent leurs rails dans des coussinets fixés aux traverses au moyen de différentes espèces d'attaches. Le *Great Northern Railway of Ireland* (planches 18 et 19), là où il y a des rails à patin, et le *Great Southern and Western Railway* d'Irlande (planche 20) fixent leurs rails à patin directement aux traverses au moyen de boulons (*fang bolts*) et de crampons en fer.

Le poids des coussinets employés par les différentes Compagnies varie considérablement; le poids le plus faible est celui du *South Eastern*, 16.78 kilogrammes (37 livres), et le plus lourd celui du *Lancashire and Yorkshire Railway*, 25.40 kilogrammes (56 livres).

La surface d'appui du coussinet sur la traverse varie aussi considérablement : la plus faible étant celle du *South Eastern Railway*, 451.2 centimètres carrés (70 pouces carrés) et la plus grande celle du *Manchester Sheffield and Lincolnshire Railway*, 754.8 centimètres carrés (117 pouces carrés).

Les seules Compagnies qui interposent du feutre entre le coussinet et la traverse sur tout leur réseau sont le *Cambrian Railway* et le *London and North Western Railway*. Le *London Brighton and South Coast Railway* emploie le feutre dans certains tunnels où le bruit est excessif. Aucune autre Compagnie n'emploie un intermédiaire quelconque entre le coussinet et la traverse.

Le modèle des coussinets contre-joints est, pour toutes les Compagnies, le même que celui des coussinets employés dans les autres parties de la voie.

Le genre et le nombre des attaches des coussinets sur les traverses varient presque de Compagnie à Compagnie. Le tableau *C* donne des détails sur ce point.

D. — Coins et traverses.

(Voir tableau *D.*)

Sur les dix-huit Compagnies qui ont des voies à coussinets, onze emploient à la confection des coins le chêne seul, deux le teck et le chêne, une le bois de teck seulement, une le sapin, une le pin et une l'orme. Huit Compagnies compriment

leurs coins, dix ne les compriment pas. Toutes les Compagnies placent les coins à l'extérieur de la voie, sauf le *Furness Railway*, qui cependant introduit graduellement le coinçage extérieur.

Le sapin rouge de la Baltique est le plus généralement employé à la confection des traverses, bien que quelques Compagnies emploient le memel, le sapin rouge de Riga, le sapin d'Écosse et le pin rouge. Toutes les Compagnies créosotent leurs traverses.

La longueur des traverses est de $2^{m}718$ (8 pieds 11 pouces) ou de $2^{m}743$ (9 pieds); la largeur de 254 millimètres (10 pouces) et l'épaisseur de 127 millimètres (5 pouces).

La distance entre les traverses sur les différentes lignes est indiquée dans les planches ci-annexées.

Bien que des traverses métalliques aient été placées à certains endroits, notamment sur le *London and North Western Railway*, elles ne semblent pas jouir des sympathies des Compagnies de chemins de fer du Royaume-Uni. Le *London and North Western Railway* n'en a plus placé depuis 1888; les Compagnies du *Great Eastern* et du *London and South Western* en ont expérimenté un petit nombre, mais n'en continuent pas l'emploi.

E. — Ballast.

(Voir tableau *E.*)

Le ballast employé par les différentes Compagnies, et sur lequel des renseignements détaillés sont fournis dans l'annexe E, varie suivant les contrées que traverse le chemin de fer. La couche de fond est formée de grosses pierrailles, mises à la main dans les contrées où ces matériaux peuvent être trouvés; mais là où on ne peut s'en procurer, on se sert de laitier, d'argile cuite et de cendrées. Pour la couche supérieure, on emploie différents matériaux, des pierrailles concassées, du gravier, du laitier, des cailloutis, des cendrées, des scories tamisées et non tamisées, et du gravier de la Tamise; le meilleur de ces différents matériaux est choisi dans chaque contrée, en tenant compte de l'économie, de façon à obtenir le meilleur drainage possible.

L'usage de charger le ballast jusqu'au-dessus du niveau supérieur de la traverse varie beaucoup. Des détails sur ce point sont fournis dans l'annexe *E*.

Chemins de fer américains, indiens et australiens.

M. — Section du rail.

(Voir tableau *M.*)

La section de rail ordinairement adoptée par les six Compagnies américaines de

chemins de fer qui ont répondu au questionnaire, l'*East Indian Railway* et les chemins de fer de l'État de la Nouvelle-Galles du Sud, est le rail à patin à gros bourrelet (*bull-head*). La surface du patin est un peu plus forte qu'il n'est nécessaire, si l'on considère que le rail résiste comme un longeron, afin de distribuer la charge sur une surface aussi grande que possible de la traverse appelée *tie* en Amérique, tandis qu'elle se nomme *sleeper* en Angleterre.

Le poids des rails varie entre 30 et 42 kilogrammes par mètre (60 et 85 livres par yard), mais le *New-York Central Railroad* a posé, à titre d'essai, une certaine longueur de voie en rails de 49 1/2 kilogrammes par mètre (100 livres par yard). Le résultat de cet essai lui servira d'indication pour fixer le poids du rail qu'il adoptera dans l'avenir.

Quant à la longueur des rails employés, le type ordinaire est de $9^{m}14$ (30 pieds), mais le *Pennsylvania Railroad* a employé des rails de $18^{m}29$ (60 pieds); il ne dit pas cependant si son intention est de continuer cet essai. Des rails de $18^{m}29$ (60 pieds) sont aussi employés sur une partie du *New-York Central and Hudson River Railroad*, dont l'ingénieur nous écrit : « Cette longueur permet d'espérer une économie importante sur les dépenses d'entretien de la voie. »

Comme les chemins de fer anglais, ces Compagnies ne fixent pas, en général, un poids déterminé par unité de longueur pour la limite d'usure à partir de laquelle les rails doivent être renouvelés, mais le *New-York Central Railroad* donne le poids minimum, le poids moyen et le poids maximum auxquels les rails doivent être renouvelés, et le gouvernement de la Nouvelle-Galles du Sud donne les poids auxquels les rails sont considérés comme hors d'usage.

B1. — Mode de fabrication et nature du métal a rails.

(Voir tableau *B1.*)

Six Compagnies exigent que l'acier servant au laminage des rails soit fabriqué par le procédé Bessemer, deux d'entre elles exigeant le procédé acide. Le *Chicago, Burlington and Quincy Railroad* n'exige aucune condition pour la fabrication du métal à rails. L'*East Indian Railway* préfère le procédé acide de Siemens.

Pour ce qui concerne les épreuves, aucun des six chemins de fer américains ne soumet les rails à des essais de flexion. Le *Chesapeake and Ohio Railroad* et l'*Illinois Central Railroad* essayent cependant l'acier servant au laminage des rails en transformant par le martelage deux pièces d'essai en barres, qui doivent, à froid, se plier sous un angle de 90 degrés sans rupture. Le *Chicago, Burlington and Quincy Railroad* achète ses rails avec une garantie de cinq ans.

L'*East Indian Railway* et le chemin de fer de l'État de la Nouvelle-Galles du Sud

prescrivent des épreuves par choc semblables à celles des chemins de fer anglais. Ils soumettent aussi les rails aux mêmes épreuves que les longerons avec des poids suspendus.

Le *New-York Central and Hudson River Railroad* exige un essai chimique.

Le *New-York Central and Hudson River Railroad* et le *gouvernement de la Nouvelle-Galles du Sud* fixent aussi un poids de rupture en tonnes par unité de surface, ce poids étant pour le premier de 7.72 à 9.13 tonnes par centimètre carré (49 à 58 tonnes par pouce carré) et pour le second de 6.93 tonnes par centimètre carré (44 tonnes par pouce carré). L'allongement pour le *New-York Central and Hudson River Railroad* est de 6 à 12 p. c., et pour le chemin de fer de l'État de la Nouvelle-Galles du Sud de 14 p. c.

Il ressort des renseignements fournis, que les chemins de fer américains préfèrent l'acier dur à l'acier doux parce qu'il est plus durable.

C1. — Attaches du rail.

(Voir tableau *C1.*)

Trois des chemins de fer américains emploient le joint en porte-à-faux et les trois autres le joint appuyé. Dans deux cas, pour le *Chicago, Burlington and Quincy Railroad* et le *New-York Central and Hudson River Railroad*, le joint est supporté par une traverse placée dans l'axe.

L'*East Indian Railway* et le chemin de fer de l'État de la Nouvelle-Galles du Sud emploient le joint en porte-à-faux.

Sur les chemins de fer américains, les éclisses ont une longueur variant entre 508 et 965 millimètres (20 et 38 pouces). Quatre de ces chemins de fer emploient de longues éclisses avec six boulons. Les deux autres emploient des éclisses courtes de 508 et 610 millimètres (20 et 24 pouces) avec quatre boulons.

L'*East Indian Railway* emploie des éclisses de 559 millimètres (22 pouces) et le chemin de fer de l'État de la Nouvelle-Galles du Sud, pour son rail à patin, des éclisses de 457 millimètres (18 pouces) et pour son rail à bourrelets inégaux, des éclisses de 508 millimètres (20 pouces), toutes ces éclisses étant munies de quatre boulons.

Sur le *Chicago, Burlington et Quincy Railroad* et le *New-York Central and Hudson River Railroad*, les rails sont posés à joints alternés, c'est-à-dire que, dans une même voie, les joints d'un rail sont en face du milieu de l'autre rail.

Les deux Compagnies considèrent leurs joints comme bons. Le *Lake Shore and Michigan Railroad* ne considère pas le joint comme bon et déclare qu'une attache de joint aussi solide que le rail est nécessaire. La *Pennsylvania Railroad Company*

déclare que son joint n'est pas satisfaisant dans tous les cas et suggère la possibilité de l'améliorer en raccourcissant les éclisses. Le *New-York Central and Hudson River Railroad* émet l'idée que le joint pourrait être complètement abandonné et que l'on pourrait y substituer un certain type de rail composé continu, mais, pour autant que le rapporteur a pu s'en assurer, un tel essai n'a pas encore été tenté.

Les chemins de fer américains attachent leurs rails aux traverses de différentes façons, au moyen de crampons en fer, de clips et de tire-fond, dont le détail est donné dans le tableau C^1.

La surface d'appui des rails sur la traverse varie entre 232.3 et 322.6 centimètres carrés (36 et 50 pouces carrés).

Les coussinets en fer employés par l'*East Indian Railway* pèsent 13k61 (30 livres) et ont une surface d'appui sur la traverse de 554.8 centimètres carrés (86 pouces carrés); sur le chemin de fer de l'État de la Nouvelle-Galles du Sud, là où le rail à double bourrelet est employé, le poids du coussinet est de 20k41 (45 livres) et la surface de portée sur la traverse de 696 centimètres carrés (108 pouces carrés).

Sur ces deux dernières lignes, les deux coussinets contre-joints sont du même modèle que les autres.

D1. — Coins et traverses.

(Voir tableau *D1.*)

Les chemins de fer américains ne se servent naturellement pas de coins.

Pour les coins, l'*East Indian Railway* emploie le bois de teck et le chemin de fer de l'État de la Nouvelle-Galles du Sud le teck et le cèdre. Sur la première de ces lignes, les coins ne sont pas comprimés, mais ils le sont sur la dernière. Ces deux chemins de fer placent les coins à l'extérieur de la voie.

Comme on le verra par l'annexe, le bois employé pour les traverses varie suivant la contrée. Aucun des chemins de fer ne créosote ses traverses.

La longueur des traverses varie entre 2m438 (8 pieds) et 2m896 (9 pieds 6 pouces). leur largeur entre 203 et 254 millimètres (8 et 10 pouces) et leur épaisseur entre 127 et 178 millimètres (5 et 7 pouces).

E1. — Ballast.

(Voir tableau *E1.*)

Les chemins de fer américains, indiens et australiens, comme les chemins de fer anglais, emploient comme couche de fond des pierres concassées, du gravier ou du sable, suivant la contrée. Le ballast supérieur a une épaisseur variant entre 127 et 305 millimètres (5 et 12 pouces) et est formé principalement de gravier, de pierres concassées, de scories ou de laitiers.

	Lancashire and Yorkshire. (Pl. 6.)	London, Brighton and South Coast. (Pl. 7.)	London and North Western. (Pl. 8.)
[illegible]g.	42 1/2 kilog.	41 1/2 kilog.	39 1/2 et 44 1/2 kilog.
[illegible]s.).	(86 livres.)	(84 livres.)	(80 et 90 livres.)
[illegible] pieds).	9m14 (30 pieds).	9m14 (30 pieds).	9m14 et 18m29 (30 et 60 pieds).
Quatre.	Quatre.	Quatre.	Quatre.
Ovale.	Ovale.	Ovale.	Circulaire.
[illegible]27 mill. (5 pouces).	105 mill. (4 1/8 pouces).	114 mill. (4 1/2 pouces).	114 mill. (4 1/2 pouces).
[illegible] mill. (2 7/16 pouces).	73 mill. (2 7/8 pouces).	64 mill. (2 1/2 pouces).	60 mill. (2 3/8 pouces).
[illegible]tite vie	On peut admettre en règle générale qu'après 15 ou 20 ans de trafic moyen, un rail perd de 15 à 20 p. c. de son poids et qu'il est alors relevé et utilisé dans les garages et les voies de marchandises, les accessoires et les traverses étant relevés en même temps et remployés dans les mêmes conditions.	Poids minimum approximatif 32 1/2 kilog. par mètre (66 livres par yard), pourvu que les autres parties de la voie soient en assez bon état pour permettre cette usure des rails; au cas contraire, toute la voie est relevée et les rails non hors d'usage sont utilisés dans les voies accessoires.	Aucun poids n'est arbitrairement fixé. La nature du trafic, l'état des traverses et des coussinets et le besoin de rails de remploi pour les réparations sont, avec la déformation et le poids du rail, les éléments qu'on prend en considération.
		Bourrelet supérieur.	
		Après une usure de 12.7 mill. (1/2 pouce).	
	Non.	Non.	18m29 (60 p.) est la longueur type; on emploie aussi des rails plus courts.
	"	"	Moins de joints.

	Écosse.			Irlande.	
ian. i.)	Glasgow and South Western. (Pl. 15.)	Highland. (Pl. 16.)	North British. (Pl. 17.)	Great Northern of Ireland. (Pl. 18 et 19.)	Great Southern and Western. (Pl. 20.)
kilog. es.)	44 1/2 kilog. (90 liv.) Une seule section employée; d'autres sections existent encore, mais seront remplacées par le profil type après usure.	38 kilog. (76 1/2 livres) à double bourrelet. 38 et 39 1/2 kilog. (77 et 80 livres) à bourrelets inégaux	41 1/2 kilog. (84 livres.)	42 kilog. (85 liv.) à bourrelets inégaux en acier. 39 kilog. (79 liv.) à patin en acier.	36 1/2 kilog. (74 livres.)
pieds).	9m14 (30 pieds).	9m14 (30 pieds).	9m14 (30 pieds).	7m92 (26 pieds).	9m14 (30 pieds).
e.	Quatre.	Quatre.	Quatre.	Quatre.	Quatre.
.	Ovale.	Ronde.	Ovale.	Allongée.	Ovale.
ill. ouces).	117 mill. (4 5/8 pouces)	117 mill. (4 5/8 pouces).	102 mill. (4 pouces).	102 mill. (4 pouces).	102 mill. (4 pouces).
ll. uces).	60 mill. (2 3/8 pouces).	56 mill. (2 7/32 pouces).	62 mill. (2 7/16 pouces).	75 mill. (2 15/16 pouces).	59 mill. (2 5/16 pouces).
ds n'est ement on ad- alement og. par) livres Lorsque l'état du des tra- e un re- ent, les enlevés oids soit éduit à og. par) livres	La ligne est renouvelée lorsque les rails sont usés au point qu'on les considère comme trop faibles pour supporter le trafic. Les rails enlevés de la voie principale lors des renouvellements pèsent de 33 1/2 à 35 1/2 kilog. par mètre (68 à 72 livres par yard) et nous estimons qu'on n'en peut pas employer de plus légers.	Rails d'acier substitués aux rails en fer.	Pas de poids minimum par unité de longueur fixé pour le renouvellement de la voie. Pas d'épaisseur minimum fixée pour le renouvellement de la voie.	Tous les vieux rails de fer enlevés lorsqu'ils sont trop laminés, usés et fendillés et remplacement par de nouveaux rails d'acier sur de grandes longur.	Pas de règles fixes pour les renouvellements.
.	Non.	Non.	Non.	Non.	Non.
	"	"	"	"	"

[illegible] et épreuve des rails.

	Angl		
[illegible]	**Furness.** (Pl. 2.)	**Great Eastern.** (Pl. 3.)	**Great N** (Pl
	Bessemer acide.	Bessemer.	Bessem
	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	[illegible]rceau de rail [illegible] 1m067 (3 pieds [illegible]uces) placé sur [illegible]s supports dis[illegible]s de 914 mill. [illegible]eds), doit supporter le choc d'un [illegible]uton de 1,016 kil. [illegible] tonne anglaise) [illegible]mbant d'une hauteur de 6m09 (20 [illegible]eds) sans rupture et sans flèche permanente de plus de [illegible] mill. (3 pouces).	Rail placé, le gros bourrelet au-dessus, sur des supports distants de 1m067 (3 pieds 6 pouces) Poids de 18,289 kil. (18 tonnes) suspendu au milieu. La flèche ne doit pas être de plus de 9.5 mill. (3/8 de pouce) après que le poids est resté suspendu une demi-heure, la flèche permanente après enlèvement du poids ne devant pas dépasser de 3.2 mill. (1/8 de pouce). Le même rail placé, le gros bourrelet au-dessus, sur des supports distants de 1m067 (3 pieds 6 pouces) doit supporter deux chocs d'un mouton de 816 kil. (1,800 livres), tombant d'une hauteur de 2m438 (8 pieds) sans rupture et sans fléchir de plus de 25 mill. (1 pouce).	Un bout de [illegible] (5 pieds) [illegible] placé sur [illegible] supports e[illegible] sur des fo[illegible] des et dist[illegible] (3 pieds 6 [illegible] soumis à d[illegible] cessifs au [illegible] poids de [illegible] (1,120 liv[illegible] d'une haut[illegible] (10 pieds). [illegible] doivent p[illegible] au troisie[illegible] avant, ni p[illegible] le premie[illegible] flèche p[illegible] plus de 3[illegible] pouces.
[illegible]	Pas de conditions.	Pas de conditions.	Pas de [illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

ter Galles.

ıat Western. (Pl. 5.)	**Lancashire and Yorkshire.** (Pl. 6.)	**London, Brighton and South Coast.** (Pl. 7)	**London and North Western.** (Pl. 8.)
rvant à la fabrication des dus du meilleur acier pour ovenant d'hématite anglaise et de spiegeleisen au char-	Bessemer acide. " "	Bessemer acide. " "	Bessemer acide. Siemens-Martin acide.
e rail de 1m524 (5 pieds) est que coulée. Ce morceau est i bourrelet au-dessus sur en fer solidement fondés et 067 (3 pieds 6 pouces) de il est alors soumis aux ton en fer de 1,016 kilog. se briser ou présenter rieure aux suivantes : pre- ite de 2m134 (7 pieds), flèche 2 mill. (7/8 à 1 1/4 pouce); hute de 6m096 (20 pieds), 6 à 108 mill. (3 à 4 1/4 pou- le second choc le rail n'a 76 mill. (3 pouces), on le roisième choc avec le même t d'une hauteur de 3m658 flèche après le troisième nt pas être de moins de /4 pouces).	Un bout de 1m524 (5 pieds) de longueur placé le gros bourrelet au-dessus sur des supports parfaitement solides distants de 1m067 (3 pieds 6 pouces) doit supporter le choc d'un poids de 1,016 kilog. (1 tonne) tombant d'une hauteur de 6m096 (20 pieds) sans rupture, la flèche permanente ne devant pas être de moins de 64 mill. (2 1/2 pouces) ni de plus de 102 mill. (4 pouces).	Rail placé la tête au-dessus sur des supports en fer distants de 1m067 (3 pieds 6 pouces) et devant recevoir deux chocs d'un poids de 1,016 kilog. (1 tonne) tombant d'une hauteur de 6m096 (20 pieds) sans présenter une flèche permanente de plus de 48 mill. (1 7/8 pouce) au premier choc ou de 89 mill. (3 1/2 pouces) au second.	Rails placés sur des supports distants aux centres de 914 mill. (3 pieds) et recevant un choc d'un poids de 1,016 kilog. (1 tonne) tombant d'une hauteur de 6m096 (20 pieds) sans que la flèche permanente puisse être de moins de 76 mill. (3 pouces).
. de 0.40 à 0.50 p. c. . de 0.10 à 0.06 — . de 0.95 à 0.85 — ssi peu que possible, épasser 8.08 p. c. aussi peu que possible, épasser 0.08 p. c.	Pas de conditions.	Pas de conditions.	ACIER BESSEMER ACIDE. Pour cent. / ACIER SIEMENS-MARTIN ACIDE. Pour cent. Carbone . 0.20 à 0.40 / 0.25 à 0.50 Silicium . Trace à 0.10 / 0.01 à 0.25 Soufre . 0.01 à 0.10 / 0.05 à 0.10 Phosphore . 0.01 à 0.10 / 0.05 à 0.15 Manganèse . 0.25 à 1.25 / 0.25 à 1.25 Fer . 99 53 à 98.05 / 99.39 à 97.75 100 100 / 100 100
de 6.3 tonnes ni plus onnes par cent. carré de 40 ni plus de 48 tonnes r pouce carré.			4.72 à 5.51 tonnes par centim. carré, soit 30 à 35 tonnes par pouce carré.
) p. c. en 51 mill. (2 pouces).			Environ 15 p. c. sur des longueurs de 254 mill. (10 pouces).
Pas donnée.			Environ 22 p. c.
"	"	"	On emploie un acier assez doux pour ol une plus grande sécurité.

TABLEAU *B.* — **Fabrication et épreuve des rails.** (*Suite.*)

Numéros.	Angleterre et le pays de Galles. (*Suite.*)				
	London and South Western. (Pl. 9.)	**Manchester, Sheffield and Lincolnshire.** (Pl. 10.)	**Midland.** (Pl. 11.)	**North Eastern.** (Pl. 12.)	**South** (P
1					
a	Bessemer acide.		Bessemer acide.	Bessemer acide avec fer d'hématite. Procédé basique Bessemer avec fer Cleveland.	Bessem
b	"	Par tous les procédés.	"		
c	"		"		
2					
a	Un morceau de rail de 3m658 (12 pieds) placé sur des supports distants de 914 mill. (3 pieds) doit supporter le choc d'un poids de 1,016 kilog. (1 tonne) tombant d'une hauteur de 6m096 (20 pieds). La flèche permanente ne doit pas être de moins de 41 mill. (1 5/8 pouce) et de plus de 48 mill. (1 7/8 pouce).	Un morceau de 1m524 (5 pieds) placé sur de solides supports en fer distants de 1m067 (3 pieds 6 pouces) reçoit les chocs d'un poids de 508 kilog. (10 quintaux) tombant d'une hauteur de 3m048 (10 pieds). Les rails ne doivent pas se rompre au troisième choc ou avant, ni prendre après le premier choc une flèche permanente de plus de 35 mill. (1 3/8 pouce).	Le rail placé sur des supports distants de 1m067 (3 pieds 6 pouces) ne doit pas fléchir plus que de 6.4 mill. (1/4 pouce), un poids de 20,320 kil. (20 tonnes) étant suspendu en son milieu. Le rail placé sur des supports distants de 1m067 (3 pieds 6 pouces) doit supporter deux fois le choc d'un poids de 1,016 kilog. (1 tonne) tombant d'une hauteur de 3m658 (12 pieds) sans rupture et sans flèche de plus de 76 mill. (3 pouces).	Les rails placés sur des supports distants de 914 mill. (3 pieds) doivent subir deux fois le choc d'une boule pesant 1,016 k. (1 tonne) et tombant d'une hauteur de 1m524 (5 pieds). Il ne doit y avoir aucun signe de rupture et la flèche permanente ne doit pas excéder 25 mill. (1 pouce).	Un court rail pl support 914 mi doit au d'un po kilog. (1 bant d'u 4m267 (pas pr flèche p plus d (2 1/8 p second de 89 pouces). d'essai d le reto le redre l'action 1,016 k tomban teur de pieds) à
b		Carbone de 0.3 à 0.45 p. c. Silicium pas plus de 0.06 — Phosphore — 0.06 — Soufre — 0.06 — Les seuls métaux seront le fer et le manganèse.		Les rails ne peuvent pas contenir moins de 0.45 p. c. de carbone.	
c	Pas de conditions.	" " " "	Pas de conditions.	Pas de conditions.	Pas de
3	Nous nous efforçons de nous procurer des rails qui, bien que durs (pour résister à l'usure), ne soient pas cassants.	Acier doux moins exposé aux ruptures.	"	"	Pas d

Écosse.				Irlande.	
onian. 14.)	Glasgow and South Western. (Pl. 15.)	Highland. (Pl. 16.)	North British. (Pl. 17.)	Great Northern of Ireland. (Pl. 18 et 19.)	Great Southern and Western. (Pl. 20.)
Siemens ou re procédé t recomman-	Bessemer acide.	Bessemer.	Bessemer acide.	Bessemer acide.	Bessemer acide.
	"	"	Siemens acide.	"	"
	"	"	"	"	"
ll placé sur rts distants ll. (3 pieds) porter un 0,640 kilog. ns) suspen- ni - distance ports, sans che dépasse 1/8 de pouce) qu'il y ait che perma- rès que le resté sus- sodant une doit aussi ux fois le a poids de g. (1 tonne) d'une hau- 3m658 (12 ns rupture èche de plus ll. (1 pouce) que choc.	Un morceau de rail de 4m572 (15 pieds) au moins placé sur des supports distants de 914 mill. (3 pieds) doit porter un poids de 40,640 kil. (40 tonnes) à mi-distance des supports sans présenter une flèche de plus de 9.5 mill. (3/8 de pouce) et sans flèche permanente après que le poids est resté suspendu pendant une heure. Il doit aussi supporter deux fois le choc d'un poids de 1,016 kilog. (1 tonne) tombant d'une haut' de 3m658 (12 pieds) sans rupture ou sans flèche de plus de 32 mill. (1 1/4 pouce) pour chaque choc.	Un rail placé le gros bourrelet au-dessus sur des supports distants de 1m067 (3 pieds 6 pouces) doit porter un poids de 20,320 k. (20 tonnes) à mi-distance des supports sans flèche permanente et un poids de 36,580 k. (36 tonnes) sans rupture. Un rail placé sur deux supports distants de 914 mill. (3 pieds) doit supporter deux fois le choc d'une boule de fer pesant 1,016 kilog. (1 tonne) et tombant d'une hauteur de 6m096 (20 pieds) sans rupture et sans flèche permanente de plus de 89 mill. (3 1/2 pouces).	Un rail placé sur des supports distants de 1m118 (3 pieds 8 pouces) doit supporter un choc d'un poids de 1,016 kilog. (1 tonne) tombant d'une hauteur de 4m572 (15 pieds) sans fléchir de plus de 64 mill. (2 1/2 pouces) et sans montrer d'imperfections.	Un rail placé sur des supports distants de 914 mill (3 pieds) doit porter à mi-distance des supports un poids de 23,370 k. (23 tonnes) sans flèche permanente et de 35,560 kil. (35 tonnes) sans rupture. Un rail placé sur des supports distants de 914 mill. (3 pieds) doit supporter trois fois le choc d'une boule pesant 944 kilog. (18 quintaux) et tombant d'une hauteur de 2m743 (9 pieds) sans fléchir de plus de 76 mill. (3 pouces)	Un rail placé sur des supports distants de 914 mill. (3 pieds) doit porter un poids de 23,370 kilog. (23 tonnes) sans flèche permanente et un poids de 35,560 k. (35 tonnes) sans rupture. Un rail placé sur des supports distants de 914 mill. (3 pieds) doit supporter trois fois le choc d'une boule pesant 1,016 kil. (1 tonne) et tombant d'une hauteur de 2m743 (9 pieds) sans fléchir de plus de 76 mill. (3 pouces).
	"	"		Pas de détails.	
nditions.	"	4.72 tonnes par centimètre carré de section.	Pas de conditions.	5.04 à 6.14 tonnes par cent. carré ou 32 à 39 tonnes par pouce carré.	Pas de conditions.
	"	30 tonnes par pouce carré de section.			
	"	"		16 à 23	
	"	"		Pas prise.	
"	Nous préférons un acier à rails plutôt dur.	"	"	Rails en acier doux moins exposés à se briser dans la voie.	"

TABLEAU *B*. — [illegible] les rails.

Numéros.	London and South Western. (Pl. 9.)	Ma[illegible] aux[illegible]	Cambrian. (Pl. 1.)	Furness. (Pl. 2.)	Great E[illegible] (Pl. [illegible]
1					
a	Bessemer acide.		En porte-à-faux.	En porte-à-faux.	En porte[illegible]
b	"	Par [illegible]	[illegible] mill. (18 pouces).	457 mill. (18 pouces).	457 mill. ([illegible]
c	"		[illegible] (4 7/8 pouces).	125 mill. (4 15/16 pouces).	124 mill. (4 [illegible]
2			[illegible] (3/4 de pouce).	19 mill. (3/4 de pouce).	21 mill. (13/[illegible]
a	Un morceau de rail de 3m658 (12 pieds) placé sur des supports distants de 914 mill. (3 pieds) doit supporter le choc d'un poids de 1,016 kilog. (1 tonne) tombant d'une hauteur de 6m096 (20 pieds). La flèche permanente ne doit pas être de moins de 41 mill. (1 5/8 pouce) et de plus de 48 mill. (1 7/8 pouce).	Un morceau [illegible] placé sur de en fer distants [illegible] reçoit 6 pouces) poids de 508 kil[illegible] taux) tombant [illegible] de 3m048 (10 pie[illegible] ne doivent pas [illegible] troisième choc [illegible] prendre après le [illegible] une flèche perma[illegible] de 35 mill. (1 3/8 p[illegible]	[illegible] (12 livres).	9.07 kilog. (20 livres).	9.30 kil. (21[illegible]
			Quatre.	Quatre.	Qua[illegible]
			[illegible] (4 pouces) sur [illegible] de pouce) [illegible] 9 1/4 onc.)	102 mill. (4 pouces) sur 22 mill. (7/8 de pouce). 0.624 kil. (1 3/8 livre).	102 mill. (4 [illegible] 22 mill. (7/8 [illegible] 0.68 kilog. ([illegible]
			[illegible] (*cup* [illegible] épaulement [illegible] la base de la [illegible]	Tête hémisphérique (*cup headed*) modèle breveté Eureka, avec épaulement carré à la base de la tête.	Avec tête hé[illegible] (*cup heade*[illegible] ment carré [illegible] la tête.
			[illegible] écrou, avec [illegible], pas de	Écrou carré ordinaire et rondelle circulaire.	Écrous carré[illegible] pas de r[illegible]
			[illegible] porte-pièce.	Carrés dans une éclisse et circulaire dans l'autre; estampés.	Carrés; [illegible]
			[illegible]	Oui.	Ou[illegible]
			"	"	"
b		Carbone de 0.3 à 0.45 [illegible] Siliciun pas plus de 0.0[illegible] Phosphore — 0.06 Soufre — 0.06 Les seuls métaux seront le [illegible] et le manganèse.	Oui. [illegible] (42 livres). [illegible] carrés [illegible] carrés).	Oui. 20.41 kilog. (45 livres). 748.4 centimètres carrés (116 pouces carrés).	Ou[illegible] 19.50 kilog. 632.3 centim[illegible] (98 pouce[illegible]
			[illegible]	Non.	No[illegible]
c	Pas de conditions.	"	"	Oui.	Ou[illegible]
		"	[illegible] (*bolts*) [illegible] en fer.	Deux crampons en fer à tête hémisphérique de 22 mill. (7/8 de pouce) et deux chevilles (*treenails*) en chêne comprimé.	Deux crampo[illegible] 140 mill. ([illegible] sur 22 mill. [illegible] et deux soli[illegible] en bois.
		"			
3	Nous nous efforçons de nous procurer des rails qui, bien que durs (pour résister à l'usure), ne soient pas cassants.	Acier doux moins exposé aux ruptures.		"	"

re et pays de Galles.

rthern.	Great Western. (Pl. 5.)	Lancashire and Yorkshire. (Pl. 6.)	London, Brighton and South Coast. (Pl. 7.)	London and North Western. (Pl. 8.)
-à-faux.	En porte-à-faux.	En porte-à-faux.	En porte-à-faux.	En porte-à-faux.
8 pouces).	508 mill. (20 pouces).	457 mill. (18 pouces).	457 mill. (18 pouces).	508 mill. (20 pouces).
4 pouces).	83 mill. (3 1/4 pouces).	86 mill. (3 3/8 pouces).	175 mill. (6 7/8 pouces).	133 mill. (5 1/4 pouces).
pouce).	21 mill. (13/16 de pouce)	22 mill. (7/8 de pouce).	23 mill. (29/32 de pouce).	22 mill. (7/8 de pouce).
1/2 livres).	6.35 kilog. (14 livres).	6.35 kilog. (14 livres).	13.15 kilog. (29 livres).	12.36 kil. (27 1/4 livres)
re.	Quatre.	Quatre.	Quatre.	Quatre.
1/2 pouces)	105 mill. (4 1/8 pouces)	108 mill. (4 1/4 pouces)	114 mill. (4 1/2 pouces)	102 mill. (4 pouces)
7/8 pouce)	sur 24 mill. (15/16 p.)	sur 22 mill. (7/8 pouce).	sur 22 mill. (7/8 de pouce).	sur 22 mill. (7/8 de pouce).
2 livres).	0.85 kilog. (1.85 livre).	0.850 kil. (1 7/8 livre).	0.68 kilog. (1 1/2 livre).	0.68 kilog. (1 1/2 livre).
tête hémi-	En acier, têtes carrées avec épaulement en poire à la base de la tête.	Tête hémisphérique avec épaulements carrés à la base de la tête.	Tête carrée s'emboîtant dans une rainure ménagée dans l'une des éclisses.	Tête carrée. La forme de l'éclisse empêche la tête de tourner pendant le serrage de l'écrou.
carrés à la ment carré la tête.				
ne écrous serrage.	Écrous contre le desserrage avec filets différentiels.	Écrou breveté d'Ibbotson Rondelle plate circulaire.	Écrou hexagonal avec rondelle brevetée de Grover.	Ecrou en acier. Pas de rondelles.
par MM. Patent Ce sont différence.				
ampés.	En poire; estampés.	Carrés dans une éclisse et circulaires dans l'autre; estampés.	Circulaires; estampés.	Circulaires; estampés.
.	Oui.	Oui.	Oui.	Non, mais nous n'en connaissons pas de meilleure.
	"	"	"	"
	Oui.	Oui.	Oui.	Oui.
...ress.	20.87 kilog. (46 livres).	25.40 kilog. (56 livres).	19.96 kilog. (44 livres).	20.41 kilog. (45 livres).
...	693 5 cent. carrés (107.5 pouces carrés).	748.4 cent. carrés (116 pouces carrés).	732.6 centimètres carrés (112 pouces carrés).	690.3 cent. carrés (107 pouces carrés).
	Non.	Non.	Seulement dans quelques tunnels où le bruit est excessif.	Oui, du feutre bitumé.
	Oui.	Oui.	Oui.	Oui.
	...18 boulons (*fang-* ... de 190 mill. ...2 pouces) sur 21 ...13/16 de pouce).	Deux crampons en fer et deux chevilles en bois.	Trois chevilles en bois creuses avec chevilles en fer de 152 mill. (6 pouces) de longueur, de 18 mill. (23/32 de pouce) de diamètre à la tête et s'amincissant jusqu'à 16 mill. (5/8 de pouce) de diamètre à l'extrémité, avec une forme spéciale en vue de lui donner une prise dans la traverse.	Deux crampons en fer de 152 mill. (6 pouces) de longueur et de 21 mill. (13/16 de pouce) de diamètre et 2 tire-fond en acier galvanisé de 165 mill. (6 1/2 pouces) de longueur sur 21 mill. (13/16 de pouce) de diamètre.
	"	"	"	"

Attaches des rails. (*Suite.*)

Angleterre et le pays de Galles. (*Suite.*)

Manchester, Sheffield & Lincolnshire. (Pl. 10.)	Midland. (Pl. 11.)	North Eastern. (Pl. 12.)	South E (Pl.
En porte-à-faux.	En porte-à-faux.	En porte-à-faux.	En porte
457 mill. (18 pouces).	457 mill. (18 pouces).	457 mill. (18 pouces).	457 mill. (
86 mill. (3 3/8 pouces).	89 mill. (3 1/2 pouces).	83 mill. (3 1/4 pouces)	86 mill. (3
25 mill. (1 pouce).	25 mill. (1 pouce).	25 mill. (1 pouce).	22 mill. (7/8
6.35 kil. (14 livres).	7.26 kilog. (16 livres).	6.12 kil. (13 1/2 liv.).	5.90 kilog.
Quatre. 111 mill. (4 3/8 pouces) sur 22 mill. (7/8 de pouce).	Quatre. 121 mill. (4 3/4 pouces) sur 22 mill. (7/8 de pouce).	Quatre. 108 mill. (4 1/4 p.) sur 22 mill. (7/8 p.)	Qu 102 mill. (4 19 mill. (3/
0.68 kil. (1 7/8 livre).	0.68 kilog. (1 1/2 livre).	0.68 kil. (1 1/2 liv.).	0.57 kilog. (
En acier. Tête hémisphérique (*cup headed*) avec épaulement carré à la base de la tête. Écrou breveté d'Ibbotson contre le desserrage et rondelle ordin. Carrés avec coins arrondis; estampés.	En acier, tête hémisphérique (*cup headed*) avec épaulement en poire. Écrou contre le desserrage d'Ibbotson. En poire; forés.	Tête hémisphér. (*cup headed*) avec épaulement carré à la base de la tête. Écr. carré ord. en fer. Rond. empl. seulem. dans les cas spéciaux. Carrés dans une éclisse et circulaires dans l'autre; estampés.	Tête carrée. l'éclisse em de tourner serrage du Écrou car et ro Circu estai
Oui.	Oui.	Oui.	O
"	"	"	
Oui. 22.68 kilog. (50 livres). 658.1 centimètres carrés (102 pouces carrés). Non. Oui. 2 crampons en fer forgé avec tête hémisphér. de 168 mill. (6 5/8 p.) de long. sur 22 mill. (7/8 de p.) de diam. 2 chevilles en chêne de 165 mill. (6 1/2 p.) de long. sur 32 mill. (1 1/4 p.) de diam., la partie supér. d'une long. de 51 mill. (2 p.) s'élargissant jusqu'au diam. de 38 mill. (1 1/2 pouce).	Oui. 18.40 kil. (40 livres). 696.8 cent. carrés (108 pouces carrés). Non. Oui. Deux crampons en fer tordus, aux coins opposés. Un à l'intérieur et un à l'extérieur.	O 16.78 kilog 451.2 ce (70 pouc N O Deux chev forgé dan villes en ch
"	"	"	

	Écosse.			Irlande.	
an. .)	Glasgow and South Western. (Pl. 15.).	Highland. (Pl. 16.)	North British. (Pl. 17)	Great Northern of Ireland. (Pl. 18 et 19.)	Great Souther and Western. (Pl. 20.)
faux.	En porte-à-faux.	En porte-à-faux.	En porte-à-faux.	En porte-à-faux.	En porte-à-faux.
ll. ns).	457 mill. (18 pouces).	457 mill. (18 pouces).	457 mill. (18 pouces).	457 mill. (18 pouces).	457 mill. (18 pouce
ll. ces).	89 mill. (3 1/2 pouces).	75 mill. (2 15/16 pouces).	76 mill. (3 pouces).	Rail à bourrelets inégaux, 106 mill. (4 3/16 pouces). Rail à patin, 114 mill. (4 1/2 pouces).	111 mill. (4 3/8 pouces).
l. ouces).	22 mill. (7/8 de pouce).	19 mill. (3/4 de pouce).	19 mill. (3/4 de pouce).	19 mill. (3/4 de pouce).	19 mill. (3/4 de pou
og. ns).	5.55 kilog. (12 1/4 livres).	4.54 kilog. (10 livres).	4.99 kilog. (11 livres).	Pour les rails à bourrelets inégaux, 7.94 k. (17 1/2 liv.). Pour les rails à patin, 8.85 kil. (19 1/2 liv.).	6.80 kilog. (15 livres 1 once)
s.	Quatre.	Quatre.	Quatre.	Quatre.	Quatre.
1/4 p.) ll. (7/8	105 mill. (4 1/8 p.) sur 22 mill. (7/8 de pouce).	102 mill. (4 pouces) sur 22 mill. (7/8 de pouce).	102 mill. (4 pouces) sur 22 mill. (7/8 de pouce).	105 mill. (4 1/8 pouces) sur 22 mill. (7/8 de pouce).	89 mill. (3 1/2 pou sur 22 mill. (7/8 pouce).
og. ces).	0.65 kilog. (1 livre 7 onces).	0.79 kilog. (1 3/4 livre).	0.54 kilog. (1 livre 3 onces).	0.60 kilog. (1 livre 5 onces).	0.458 kilog. (1 livre 1 1/2 once
ne tête à épau- la base	En acier doux avec tête hémis., épaulement oyal à la base de la tête.	Tête hémisph. (*cup headed*) avec épaulement en poire.	Tête hémisphériq. (*cup headed*) avec épaulem. carrés à la base de la tête.	Tête hémisphérique (*cup headed*), avec épaulement en poire à la base de la tête.	Tête hémisphér. a épaulement carré à base de la tête.
à ordi-	Écrou carré ordinaire.	Écrou et rondelle brevetés d'Ibbotson.	Écrou carré ordinaire.	Écrou hexagonal, pas de rondelle.	Écrou ordinaire. Pas de rondelle.
ns une circu- l'autre.	Ovales dans une éclisse et circulaires dans l'autre; estampés.	En poire, à l'emporte-pièce.	Carrés dans une éclisse et circulaires dans l'autre; estampés.	En poire; estampés.	Carrés; estampés
	Oui.	Oui.	Oui.	Oui.	"
	"	"	"	"	"
	Oui.	Oui.	Oui.	Oui, pour les rails à bourrel. inég.	Pas de coussinets
6 liv.) carrés ces).	19.96 kil. (44 liv.). 664.5 cent. carrés (103 pouces carrés)	18.14 k. (40 liv.). 463.1 cent. carrés (71.773 pouc. carr.)	18.14 kil. (40 liv.). 632.3 cent. carrés (98 pouces carrés).	16.78 kilog. (39 livres). 561.3 centimètres carrés (87 pouces carrés).	" "
	Non.	Non.	Non.	Non.	"
	Oui.	Oui.	Oui.	Oui.	"
n fer de (5 3/4 2 mill. ce).	Quatre crampons en fer de 152 mill. (6 pouces) sur 22 mill. (7/8 de pouce)	Dans les courbes, 3 crampons en fer dans chaque coussinet. En ligne droite, 2 cramp. en fer dans chaque coussinet.	Deux crampons en fer malléable de 152 mill (6 pouc.) sur 24 mill. (15/16 de pouce) de diamètre avec têtes hémisphériques.	Trois crampons en fer avec tête hémisphérique et épaulement carré à la base de la tête, de 152 mill. (6 pouces) sur 22 mill. (7/8 de pouce) de diamètre à la tête allant en diminuant jusqu'à 19 mill. (3/4 de pouce) à l'extrémité.	"
	"	"	"	Chaque rail à patin est fixé aux traverses en son centre par 2 boulons (*fang-bolts*) avec *clips*, à chaque extrémité du rail par 1 boul., à l'une des extrémités du rail par 1 boul. à l'intérieur, et à l'autre extrémité par 1 boul. à l'intérieur de la route. Les 14 autres attaches sont des crampons en fer.	Rails fixés aux t verses au moyen 9 boulons (*fang-bol* 6 à l'extérieur du r et 3 à l'intérieur, et 13 crampons en fer, l'extérieur du rail 8 à l'intérieur.

TABLEAU *D*. — Coins et traverses.

QUESTIONS	Ang		
	Cambrian. (Pl. 1.)	Furness. (Pl. 2.)	Great (I
[illegible]			
[illegible] ? . . .	Chêne.	Teck.	C
[illegible] ?	Oui.	Non.	
[illegible] sur les coins métalliques [illegible] employez. . .	"	"	
[illegible] placés à l'intérieur ou à l'extérieur de la voie?	A l'extérieur.	A l'intérieur, mais on adopte maintenant le coinçage extérieur.	A l'e
[illegible] — Bois.			
[illegible] employez vous ? . .	Bois rouge de la Baltique.	Bois rouge de la Baltique.	Bois rou ti
[illegible] elles créosotées ou [illegible] par un autre antiseptique	Créosotées	Créosotées.	Cré
[illegible]			
[illegible]	2m743 (9 pieds).	2m718 (8 pieds 11 pouces).	2 (8 pieds
[illegible]	254 mill. (10 pouces).	254 mill. (10 pouces).	254 mill.
[illegible]	127 mill. (5 pouces).	127 mill. (5 pouces).	127 mill
[illegible] dans la voie le [illegible] l'aubier au-dessus ? . .	Aubier au-dessus.	Aubier au-dessus.	

Galles.				
rthern. 4.)	Great Western. (Pl. 5.)	Lancashire and Yorkshire. (Pl. 6.)	London, Brighton and South Coast. (Pl. 7.)	London and North Western. (Pl. 8.)
n.	Chêne.	Pin.	Chêne.	Chêne.
i.	Oui.	Oui.	Oui.	Oui.
	"	"	"	"
ieur.	A l'extérieur.	A l'extérieur.	A l'extérieur.	A l'extérieur.
de la Bal- s.	Memel.	Baltique.	Bois rouge de la Baltique.	Pin rouge ou « Pinus sylvestris »
tées.	Créosotées.	Créosotées.	Créosotées.	Créosotées.
8 pouces).	2m743 (9 pieds).	2m743 (9 pieds).	2m743 (9 pieds).	2m743 (9 pieds).
pouces).	254 mill. (10 pouces).	254 mill. (10 pouces).	254 mill. (10 pouces).	254 mill. (10 pouces).
pouces).	127 mill. (5 pouces).	127 mill. (5 pouces).	127 mill. (5 pouces).	127 mill. (5 pouces).
essus.	En majorité, l'aubier est au-dessus.	Cœur au-dessus.	Aubier au-dessus.	Aubier au-dessus.

D. — Coins et traverses. (*Suite.*)

Angleterre et Pays de Galles. (*Suite.*)

	Manchester Sheffield and Lincolnshire. (Pl. 10.)	Midland. (Pl. 11.)	North Eastern. (Pl. 12.)	South (P
	Orme.	Chêne.	Chêne.	Cœur
	Oui.	Non.	Non.	
	"	"	"	
	A l'extérieur.	A l'extérieur.	A l'extérieur.	A l'e
	Bois rouge de la Baltique.	Memel.	Bois rouge de Riga et sapin d'Ecosse.	Bois rou t
	Créosotées.	Créosotées.	Créosotées.	Cré
	2m743 (9 pieds).	2m743 (9 pieds).	2m743 (9 pieds).	2m743
	254 mill. (10 pouces).	254 mill. (10 pouces).	254 mill. (10 pouces)	254 mill.
	127 mill. (5 pouces).	127 mill. (5 pouces).	127 mill. (5 pouces).	127 mill
	Cœur au-dessus.	Cœur au-dessus.	Cœur au-dessus.	Aubier

	Écosse.			Irlande.	
...ism. .)	Glasgow and South Western. (Pl. 15.)	Highland. (Pl. 16.)	North British. (Pl. 17.)	Great Northern of Ireland. (Pl 18 et 19.)	Great Southern and Western. (Pl. 20.)
...s.	Teck et chêne.	Teck.	Chêne et teck.	Chêne.	Cette ligne n'emploie pas de coussinets et par conséquent pas de coins.
...	Non.	Non.	Non.	Non.	
	"	"	"	"	
...eur.	A l'extérieur.	A l'extérieur.	A l'extérieur.	A l'intérieur.	
...ge ...tique.	Bois rouge de la Baltique.	Sapin d'Écosse et mélèze.	Pin rouge et sapin d'Ecosse.	Sapin de la Baltique.	Bois rouge de la Baltique.
...es.	Créosotées.	Créosotées.	Créosotées.	Créosotées.	Créosotées.
...uces).	2m718 (8 pieds 11 pouces).	2m743 (9 pieds).	2m743 (9 pieds).	2m718 (8 pieds 11 pouces).	2m743 (9 pieds).
...l. ...s).	254 mill. (10 pouces).	254 mill. (10 pouces).	254 mill. (10 pouces).	254 mill. (10 pouces).	254 mill. (10 pouces)
...ouces)	127 mill. (5 pouces).	127 mill. (5 pouces)	127 mill. (5 pouces)	127 mill. (5 pouces).	127 mill. (5 pouces).
...ssus.	Aubier au-dessus.	Aubier au-dessus.	Aubier au-dessus.	Aubier au-dessus.	Aubier au-dessus.

TABL

Numéros.		A		
		Cambrian. (Pl. 1)	Furness. (Pl. 2.)	Great (1
		Pierre jetée à la main.	Pierre ou laitier.	Ballast c couche s bon gr
		"	63 mill. (2 1/2 pouces).	
		305 mill. (12 pouces).	305 mill. (12 pouces'.	305 mill.
		Pas tamisées.	"	
		Gravier ou rebut des mines de plomb.	Scories en général.	Bon gravie l'anneau (2 pouce
		305 mill. (12 pouces).	178 mill. (7 pouces).	
		Sommet de la traverse au milieu. Sommet du rail à l'extérieur.	Oui. 25 mill. (1 pouce).	Au niveau des rails a m
		Gravier bon. Cendres meilleures. Rebut des mines de plomb le meilleur pour la conservation des traverses.	Fermeté, sécheresse et absence de poussière.	

	Western. (Pl. 5.)	Lancashire and Yorkshire. (Pl. 6.)	London, Brighton and South Coast. (Pl. 7.)	London and North Western. (Pl. 8.)
	Pierre et laitier, suivant les localités.	Pierres bourrées à la main sur une épaisseur de 229 mill. (9 pouces) recouvertes de 76 mill. (3 pouces) de cendres là où on peut se procurer de la pierre et ailleurs, scories vitreuses dures, recouvertes de cendres.	Craie ou pierres concassées.	Pierres cassées, laitier, scories, gravier, selon qu'on peut se procurer l'un ou l'autre de ces matériaux le plus facilement et le plus économiquement.
ouces).	La plus petite, 49 cent. cubes (3 pouces cubes); la plus grande, 98 cent. cubes (6 pouces cubes).	"	"	De toutes dimensions jusqu'à la hauteur du ballast de fond.
pouces).	305 mill. (12 pouces).	305 mill. (12 pouces).	305 mill. (12 pouces).	De 152 à 229 mill. (6 à 9 pouces).
sées.	Tamisées.	Pas tamisées.	"	Généralement tamisées
pre ou es bien s.	Pierre, laitier ou gravier, suivant les localités.	Cendres.	Gravier.	Pierres cassées, laitier, scories, gravier, selon qu'on peut se procurer l'un ou l'autre de ces matériaux le plus facilement et le plus économiquement.
pouces).	152 mill. (6 pouces).	229 mill. (9 pouces).	305 mill. (12 pouces).	229 mill. (9 pouces).
? pouces).	Quelquefois environ 102 mill. (4 pouces) à l'extérieur et 38 mill. (1 1/2 pouce) à l'intérieur	Non.	Environ 76 mill. (3 pouces) au-dessus.	Non.
silleur.	"	Bon roulement.	"	"

			Irlande.	
	Highland. (Pl. 16.)	North British. (Pl. 17.)	Great Northern of Ireland. (Pl. 18 et 19.)	Great Southern and Western. (Pl. 20.)
de fer.	Gravier dur propre ou pierres cassées.		Pierre jetée.	Pierre.
eau de 57 mill. 1/4 pouces).	Ne dépassant pas 102 mill. (4 pouces).		"	Anneau de 51 mill. (2 pouces).
254 mill. (10 pouces).	305 mill. (12 pouces).		152 mill. (6 pouces).	254 mill. (10 pouces).
"	"	De toute espèce.	Tamisées.	"
Laitier de fer.	Gravier propre ou métal brisé ne dépassant pas une maille de 51 mill. (2 pouces).		Gravier, pierres cassées et scories.	Gravier.
127 mill. (5 pouces).	152 mill. (6 pouces).		381 mill. (1 pied 3 pouces) à 457 mill. (1 pied 6 pouces)	254 mill. (10 pouces).
Au niveau du sommet de la traverse.	Non.	"	Ballast posé jusqu'à la face inférieure de la tête du rail et formant canal au centre de la traverse.	Non.
ble eur se La voie se maintient sèche et est facilement bourrée avec du laitier de fer, et le ballast dure très longtemps.	Bon drainage et fermeté de la voie.	"	Bon drainage de la voie.	"

TABLEAU *B 1.* — Fabrication et épreuves des rails.

QUESTIONS.	Chesapeake & Ohio. (Pl. 21.)	Chicago, Burlington & Quincy. (Pl. 22.)	Illinois central. (Pl. 23.)	Lake S chigan (
Quel est le procédé de fabrication de l'acier à rails ?				
a) Bessemer acide	Bessemer.	Pas de procédé spécial imposé.	Bessemer acide.	B
b) Siemens Martin acide . . .	"		"	
c) Basique dans les fours Siemens-Martin	"		"	
A quelles épreuves les rails sont-ils soumis à la réception ?				
a) A la flexion		"	"	
b) Chimiques	Les rails ne sont pas soumis à des épreuves, mais l'acier qui sert à leur fabrication est soumis aux épreuves suivantes : Deux morceaux d'essai de 102 mill. (4 pouces) de longueur et de 76 mill. sur 76 mill. (3 pouces sur 3), sont prélevés sur le premier et sur le dernier lingot. Chacun de ces morceaux est réduit au marteau en une seule chaude en barres de 3.23 cent. carrés (un demi pouce carré). A froid, la barre doit se plier sous un angle de 90 degrés sans se rompre.	Les rails ne sont soumis à aucune épreuve physique, mais ils sont fournis avec garantie de cinq ans et tous les rails qui cassent ou qui présentent une usure ou des avaries anormales avant l'expiration de ce terme, sont remplacés par les fabricants, qui doivent en outre supporter les frais de main-d'œuvre du remplacement et du transport à pied d'œuvre.	Les rails mêmes ne sont pas soumis à des épreuves, mais l'acier servant à leur fabrication est soumis à l'épreuve suivante : On prend deux morceaux d'essai de 102 mill. (4 pouces) de longueur et de 76 mill. sur 76 mill. (3 pouces sur 3) du premier et du dernier lingot. Chacun de ces morceaux est étiré au marteau et en une seule chaude en barres de 3.23 cent. carrés (un demi-pouce carré). A froid, cette barre doit se plier sous un angle de 90 degrés sans se rompre.	Epreuv naires
c) A la tension				
Poids de rupture en tonnes par . . . { cent. carré. / pouce carré.				
Allongement, pour cent . . .				
Contraction de surface, pour cent.				
Renseignements sur les mérites relatifs de l'acier doux et de l'acier dur.	Teneur en carbone aussi forte que possible, sur les sections très fatiguées, sans dépasser 0.50 pour cent.	"	Beaucoup préfèrent l'acier dur.	Employ dur q procur sant.

		Indes.	Australie.
:ral & Hudson River. 5-26 et 27.)	Pennsylvania. (Pl. 28.)	East Indian. (Pl. 29.)	État de la Nouv.-Galles du Sud. (New South Wales Government.) (Pl. 30 et 31.)
:mer acide. " "	Bessemer. " "	" Siemens-Martin de préférence. "	Bessemer. " "
ais à la flexion.	Pas d'épreuves à la flexion	Le rail est placé sur des supports en fer distants de 1m067 (3 pieds 6 pouces). La flèche ne doit pas dépasser 10 mill. (3/8 de pouce) après suspension au centre pendant une demi-heure d'un poids de 28.45 tonnes (28 tonnes). Après l'enlèvement du poids, il ne doit pas y avoir de flèche permanente. Le même rail, placé comme ci-dessus, doit supporter deux fois le choc d'un mouton de 1,016 kilog. (1 tonne) tombant d'une hauteur de 7m62 (25 pieds). La flèche permanente totale ne doit pas dépasser 63 mill. (2 1/2 pouces) après le premier choc et 127 mill. (5 pouces) après les deux chocs. Le rail doit alors être brisé par de nouveaux chocs et présenter une cassure parfaitement saine et homogène.	Des morceaux de rail de 1m371 (4 pieds 6 pouces) de long, placés sur les mêmes supports, doivent porter un poids suspendu de 25.4 tonnes (25 tonnes) et ne pas présenter une flèche permanente de plus de 6 mill. (1/4 de pouce). Un morceau de rail de 1m371 (4 pieds 6 pouces) de long placé sur des supports en fer distants de 1m067 (3 pieds 6 pouces) doit recevoir trois fois le choc d'un poids de 1,016 kilog. (1 tonne) tombant d'une hauteur de 1m829 (6 pieds); la flèche produite par ces trois chocs ne doit pas être de moins de 89 mill. (3 1/2 pouces) ni de plus de 103 mill. (4 pouces). Le morceau de rail doit alors supporter encore deux fois le choc du même poids tombant d'une hauteur de 3m66 (12 pieds), la flèche produite par ces deux derniers chocs ne devant pas être de moins de 216 mill. (8 1/2 pouces), ni plus de 254 mill. (10 pouces).
» la teneur en carbone aude et au moins deux tes par jour. 39 1/2 k. 80 liv. — 49 1/2 k. 100 liv. ·55 à ·60 — ·65 à ·75 ·10 à ·15 — ·10 à ·15 ·80 à 1·00 — ·80 à 1 00 ·069 — ·069 ·069 — ·069 ·55 — ·60 ·65 — ·75	Les rails sont essayés chimiquement, mais les renseignements ne sont pas fournis.	"	Pas d'épreuves chimiques prévues.
nnes par cent. carré. s angl. par pouce carré. cent. cent.	" " " "	Pas indiqués.	6.93 tonnes par cent. carré. (44 tonnes angl. par pouce carré). 14 pour cent. 38 pour cent.
» nécessaire maintenant les charges sur roues du avec une limite élastique n d'empêcher les flèches actuellement, nos rails à carbone supportent des c relativement beaucoup » nos rails à faible teneur supportaient auparavant.	"	"	Quoique, ainsi qu'il est indiqué plus haut, on se base sur l'épreuve au choc, les chiffres ci-dessus montrent quelle est la qualité moyenne de l'acier fourni pour les rails de cette colonie; ces rails s'usent d'une façon satisfaisante et le nombre des bris est mi[illegible]

Amérique.	
cago, Burlington and Quincy. (Pl. 22.)	**Illinois Central.** (Pl. 23.)
es traverses. Les rails sont posés à joints **-à-dire** que les joints des rails d'un des côtés **au milieu** des rails de l'autre. Une barre d'at- **7 mill.** (5 pouces) de longueur (de la même **les éclisses**) est boulonnée au milieu de chaque **la joint** du rail opposé. Ces barres d'attache **ées sur** le rail au moyen d'un boulon de **de pouce**) et réunies à la traverse au moyen **de chaque** côté.	Appuyé.
965 mill. (38 pouces). **89** mill. (3 1/2 pouces). **16** mill. (5/8 de pouce). **14.65** kilog. (32.3 livres).	508 mill. (20 pouces). 91 mill. (3 19/32 pouces). 22 mill. (7/8 de pouce). 8.62 kilog. (19 livres).
Six. **4 pouces) sur** 22 mill. (7/8 de pouce). **0.68 kilog.** (1 1/2 livre). **, la** forme des éclisses empêche la tête **rner** lorsque l'on serre le boulon. **Écrou** hexagonal	Quatre. 162 mill. (4 pouces) sur 19 mill. (3/4 de pouce). 0.453 kilog. (1 livre) chacun. Tête hémisphérique (*cup headed*) avec épaulement ovale à la base de la tête. Écrou carré, « Verona Lock Nut ».
Ronds.	Circulaires dans une éclisse et ovales dans l'autre, estampés.
Oui.	Oui.
»	»
»	»
Oui.	Oui.
N'emploie pas de coussinets.	N'emploie pas de coussinets.
de deux crampons en fer de 140 mill. **ouces)** sur 14 mill. (9/16 de pouce). **248.4** centimètres carrés. (38 1/2 pouces carrés).	Au moyen de deux crampons en fer de 140 mill. (5 1/2 pouces) sur 14 mill. (9/16 de pouce). Rail de 37 kilog. (75 livres) : 248.3 centimètres carrés (38 1/2 pouces carrés). Rail de 34 1/2 kilog. (70 livres) : 238.7 centimètres carrés (37 pouces carrés).

TABLEAU *C 1.* — **Attaches des rails.** (*Suite.*)

Numéros.	Amérique. (*Suite.*)		
	Lake Shore and Michigan Southern. (Pl. 24.)	**New York Central and Hudson River.** (Pl. 25-26 et 27.)	**Pennsylv** (Pl. 2
1	Appuyé.	Appuyé sur trois traverses, celle du milieu étant sous le joint. Les rails sont posés à joints croisés, c'est-à-dire que les joints d'une file de rails sont en face du milieu des rails de l'autre file.	En porte-
2			
a	610 mill. (24 pouces).	914 mill. (36 pouces).	864 mill. (34
b	89 mill. (3 1/2 pouces).	95 mill. (3 3/4 pouces) à 121 mill. (4 3/4 pouces).	79 mill. (3 1/
c	19 mill. (3/4 de pouce).	14 mill. (9/16 de pouce) en acier, 16 mill. (5/8 de pouce) en fer.	Varie entre 19 mill et 27 mill. (1 1
d	9.30 kilog. (20 1/2 pouces).	Rails de. . 32 1/2 34 1/2 37 39 1/2 49 1/2 kil. p' mètre ou de. . . . 65 70 75 80 100 liv. p' yard. Eclisses de 24 1/2 26 1/4 29 1/4 29 1/4 36 1/4 kil. p' paire ou de. . . . 54 58 64 1/2 64 1/2 80 livres.	12.88 kilog. (28 en aci
3			
a	Quatre.	Six.	Six.
b	95 mill (3 3/4 pouces). sur 19 mill. (3/4 de pouce).	103 mill. (4 1/8 pouces) sur 19 mill. (3/4 de pouce) de diamètre.	108 mill. (4 1/4 19 mill. (3/
c	0.37 kilog. (0.82 livre).	0.503 kilog. (1 livre 1 3/4 once).	0.435 kilog. (96/
4	Tête hémisphérique (*cup headed*) avec épaulement ovale à la base de la tête.	Tête hémisphérique (*cup headed*) avec épaulement carré à la base de la tête.	Tête hémisphériqu ment ovale à la b
5	Pas de rondelles. Filet différentiel au boulon.	Écrou carré, pas de rondelle.	Écrou carré et rond de 6 mill. (1/4 de pc
6	Éclisse intérieure, ovales; éclisse extérieure, circulaires.	Carrés dans l'une et ronds dans l'autre. Estampés.	Ovales. Es
7	Pas à tous les points de vue.	Donne toute satisfaction.	Pas dans toutes l
8	Une attache de joint aussi forte que l'exige le rail.	On ne pourrait y arriver que par la suppression complète de tout joint et par l'adoption d'un système quelconque de rail composé continu.	Avoir des éclisse
9			
a	"	"	"
b	Oui.	Oui.	Oui
10			
11			
12	N'emploie pas de coussinets.	N'emploie pas de coussinets.	N'emploie pas d
13			
14			
15	Au moyen de deux chevilles en fer de 140 mill. (5 1/2 pouces) sur 14 mill. (9/16 de pouce).	Quatre pinces (*clips*) et tire-fond (*screws*) à la traverse de chaque côté du joint. Attaches intermédiaires, deux tire fond de 127 mill. (5 pouces) sur 16 mill. (5/8 pouces).	Au moyen de deux de 140 mill. (5 14 mill. (9/16 de
16	245.2 centimètres carrés. (38 pouces carrés.)	Rails de. . 32 1/2 34 1/2 37 39 49 1/2 kil. p' mètre ou de . . . 65 70 75 80 100 liv. p' yard. Surface de 261.3 268.5 275.8 290 319.4 cent. carrés ou de . . . 40 1/2 41 7/8 42 3/4 45 49 1/12 pouc. carrés	232.3 centimè (36 pouces

Indes.	Australie.	
ast Indian. (Pl. 29.)	État de la Nouvelle-Galles du Sud. (New South Wales Government.) (Pl. 30 et 31.)	
porte-à-faux.	En porte-à-faux.	
	Pour le rail patin de 39 1/2 kilog. par mètre (80 livres par yard).	Pour le rail à bourrelets inégaux de 39 1/2 kilog. par mètre (80 livres par yard).
nill. (22 pouces).	457 mill. (18 pouces).	508 mill. (20 pouces).
ll. (4 1/4 pouces).	76 mill. (3 pouces).	86 mill. (3 3/8 pouces).
ll. (31/32 de pouce).	21 mill. (13/16 de pouce).	24 mill. (15/16 de pouce).
og. (28 1/2 livres).	4.76 kilog. (10 1/2 livres).	7.37 kilog. (16 1/4 livres).
Quatre.	Quatre.	Quatre.
/4 pouces) sur 122 mill.	105 mill. (4 1/8 pouces) sur 22 mill.	124 mill. (4 7/8 pouces) sur 22 mill.
/8 de pouce).	(7/8 de pouce).	(7/8 de pouce).
log. (1.58 livre).	0.581 kilog. (1.28 livre).	0.667 kilog. (1.47 livre).
orme de l'éclisse empêche la endant le serrage de l'écrou.	Tête hémisphérique avec épaulement ovale à la base de la tête.	Tête carrée; la forme de l'éclisse empêche la tête de tourner pendant le serrage du boulon.
e avec rondelle, 3.2 mill. 8 de pouce).	Écrou hexagonal.	Écrou carré.
	On n'emploie de rondelles que lorsque les attaches sont usées. On se sert alors de rondelles Grover.	
Circulaires.	Ovales. Estampés.	Circulaires. Estampés.
bon qu'un autre.	Oui.	Oui.
"	"	"
Oui.	"	Oui.
"	Oui.	"
tilog. (30 livres).	"	20.41 kilog. (45 livres).
s carrés (86 pouces carrés).	"	696.1 cent. carrés (107.89 pouces carrés).
Non.	"	Non.
Oui.	"	Oui.
ns en fer de 175 mill. r 19 mill. (3/4 de pouce).	"	Chaque coussinet est pourvu de 4 trous, mais l'on emploie que deux crampons en fer qui sont placés diagonalement.
"	Au moyen de deux chevilles en fer de 22 mill. (7/8 de pouce).	"
entimètres carrés.	"	"
ouces carrés.)	"	"

TABLEAU *D 1.* — Coins et traverses.

QUESTIONS.	Chesapeake and Ohio. (Pl. 21.)	Chicago, Burlington and Quincy. (Pl. 22.)	Illi
Coins.			
Quel bois employez-vous?	Nous n'en employons pas.	Nous n'en employons pas.	Nous
Est-il comprimé?			
Renseignements sur les coins métalliques, si vous en employez.			
Les coins sont-ils placés à l'intérieur ou à l'extérieur de la voie?			
Traverses. — Bois.			
Quelle essence employez-vous?	Généralement chêne blanc, aussi châtaignier, chêne, locuste (caroubier), noyer.	Chêne.	Chêne l
Les traverses sont-elles créosotées ou traitées avec un autre antiseptique?	Non.	Non.	
Dimensions :			
Longueur	2^m59 (8 pieds 6 pouces).	2^m438 (8 pieds).	2^m4 (8
Largeur	228 millim. (9 pouces).	203 millim. (8 pouces).	203 mil e
Épaisseur	178 millim. (7 pouces).	152 millim. (6 pouces).	152 et (6
Sont-elles placées dans la voie le cœur ou l'aubier au-dessus?	Aubier au-dessus.	Aubier au-dessus.	Aubi

			Indes.	Australie.
hore l outhern. :4.)	New York Central and Hudson River. (Pl. 25-26 et 27.)	Pennsylvania. (Pl. 28.)	East Indian. (Pl. 29.)	État de la Nouvelle-Galles du Sud. (New South Wales Government Rys.) (Pl. 30 et 31.)
			Teck.	Teck et cèdre.
			Non.	Oui.
mploy ons .	Nous n'en employons pas.	Nous n'en employons pas.	"	"
			A l'extérieur.	A l'extérieur.
blanc *oak*.	Chêne, pin jaune, châtaignier, cèdre jaune, sapin du Canada et mélèze d'Amérique.	Chêne blanc.	*Sâl* et *deodar* (pin de l'Inde).	*Iron bark*.
ı.	Non.	Non.	Non.	Non.
16 pouces).	$2^{m}438$ (8 pieds).	$2^{m}59$ (8 pieds 6 pouces).	$2^{m}896$ (9 pieds 6 pouces).	$2^{m}743$ (9 pieds).
(8 pouces).	229 millim. (9 pouces) en moyenne.	178 millim. (7 pouces) et au delà.	254 mill. (10 pouces).	254 mill. (10 pouces).
(7 pouces).	152 millim. (6 pouces).	178 millim. (7 pouces).	127 mill. (5 pouces).	127 mill. (5 pouces).
s ne sont sur deux ent.	Cœur au-dessus.	"	Aubier au-dessus. Lorsqu'on les pose le cœur au-dessus, elles se fendent davantage et l'eau y pénètre et les pourrit.	Aubier au-dessus.

*

			Indes.	Australie.
ihere nd Southern. 24.)	**New York Central and Hudson River.** (Pl. 25-26 et 27.)	**Pennsylvania.** (Pl. 28.)	**East Indian.** (Pl. 29.)	**État de la Nouvelle-Galles du Sud. (New South Wales Government.)** (Pl. 30 et 31.)
ni sable.	Pierre.	Grandes pierres.	Pierre.	Pierre.
»	Morceaux de 102 à 152 mill. (4 à 6 pouces).	127 à 203 mill. (5 à 8 pouces) de diam.	Cubes de 26.81 mill. (1 3/4 pouce).	102 mill. (4 pouces.)
»	152 mill. (6 pouces).	203 mill. (8 pouces).		229 mill. (9 pouces).
»	Pas tamisées.	»	Pas de distinction faite entre le ballast de fond et le ballast supérieur.	Une petite quantité seulement a été employée, et celle-là a été tamisée.
rier.	Gravier de pierres concassées, scories ou laitier.	Pierres passant à travers un anneau de 63 mill. (2 1/2 pouces).		Principalement pierre dure concassée à l'anneau de 63 millim. (2 1/2 pouces).
liqué.	305 mill. (12 pouces).	Environ 127 mill. (5 pouces).		305 mill. (12 pouces).
diagramme lu sommet se au centre t à chaque e 127 mill. m-dessous.	Au niveau du sommet de la traverse.	Sommet des traverses au centre, niveau inférieur des traverses aux extrémités.	Diffère depuis la face inférieure de la tête du rail jusqu'à la face inférieure du coussinet.	63 mill. (2 1/2 pouces).
ustique en-conomique-	Le ballast en pierres concassées donne un meilleur drainage, diminue la pourriture des traverses par l'humidité, empêche en hiver le soulèvement de la voie par la gelée et fournit aux traverses un appui plus solide.	Donne une route solide et, par suite du bon drainage, conserve les traverses.	Durée plus grande des traverses et meilleur roulement qu'avec la brique ou le *kunkur*, les seuls autres matériaux utilisables.	Il donne un drainage efficace, ne se pulvérise pas sous la pioche à bourrer, conserve l'alignement de la voie, donne un lit ferme et élastique et réduit par conséquent au minimum les dépenses d'entretien.

PLANCHES.

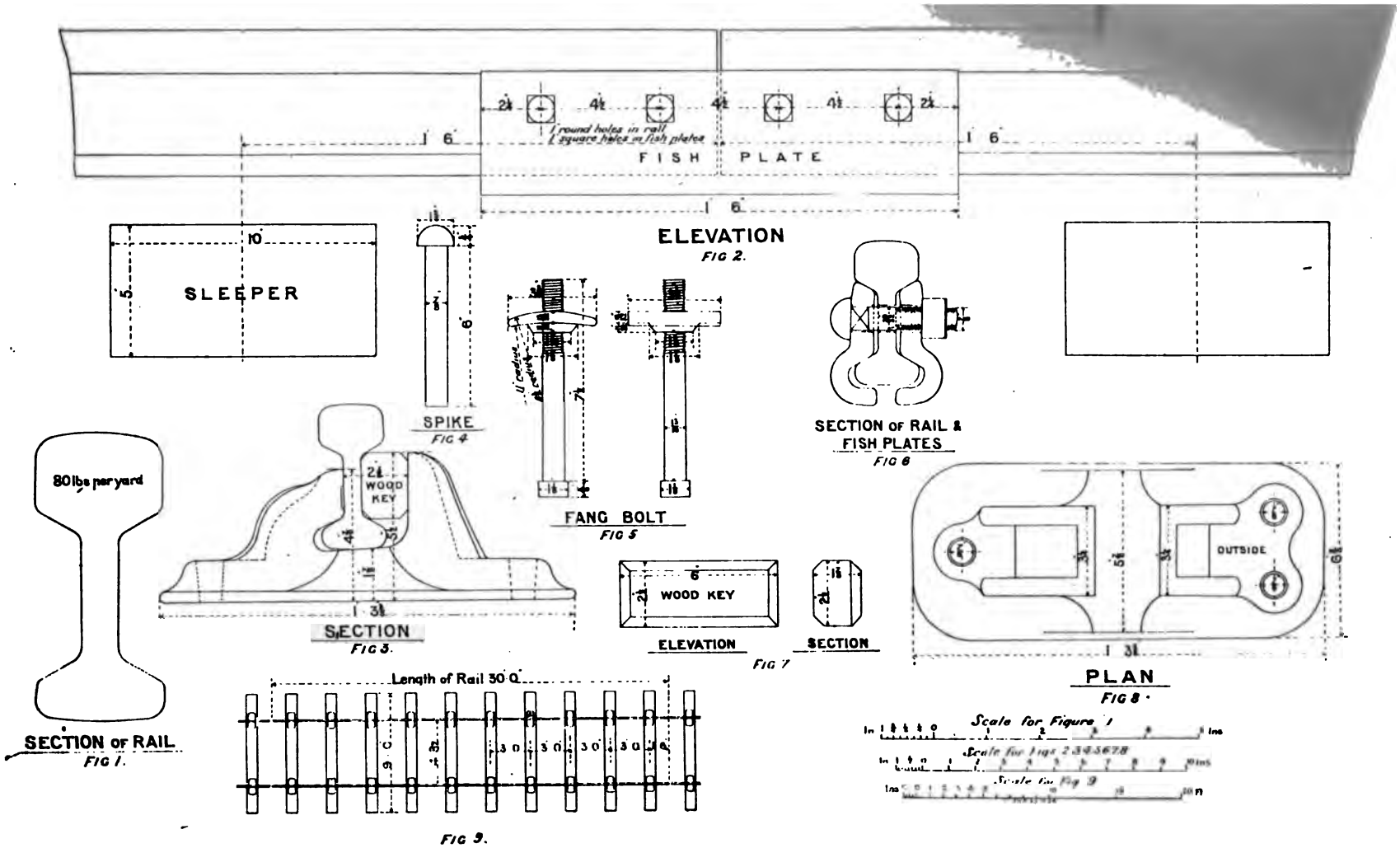
Liste des planches.

Planche 1. Cambrian Railway.
— 2. Furness Railway.
— 3. Great Eastern Railway.
— 4. Great Northern Railway.
— 5. Great Western Railway.
— 6. Lancashire and Yorkshire Railway.
— 7. London Brighton and South Coast Railway.
— 8. London and North Western Railway.
— 9. London and South Western Railway.
— 10. Manchester Sheffield and Lincolnshire Railway.
— 11. Midland Railway.
— 12. North Eastern Railway.
— 13. South Eastern Railway.
— 14. Caledonian Railway.
— 15. Glasgow and South Western Railway.
— 16. Highland Railway.
Planche 17. North British Railway.
— 18 et 19. Great Northern Railway Ireland.
— 20. Great Southern and Western Railway.
— 21. Chesapeake and Ohio Railway.
— 22. Chicago Burlington and Quincy Railroad.
— 23. Illinois Central Railroad.
— 24. Lake Shore and Michigan Southern Railroad.
— 25, 26 et 27. New York Central and Hudson River Railroad.
— 28. Pennsylvania Railroad.
— 29. East Indian Railway.
— 30 et 31. New South Wales Government Railway (Nouvelle-Galles du Sud).

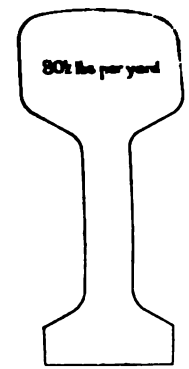
Vocabulaire général [1].

Anchor head spike. Cheville à tête d'ancre.
Bevel. Inclination.
Bolt. Boulon.
Bolt hole thro'rail. Trou du boulon dans le rail.
Chair. Coussinet.
Clip. Plaque, crapaud.
Cutting. Tranchée.
Deep fish plate. Éclisse renforcée.
Ditch. Fossé.
Embankment. Remblai.
Fang bolt. Boulon d'attache des rails.
Fang clip. Plaque à crochet.
Fish plate. Éclisse.
Gravel. Gravier.
Head. Tête.
Jagged spike. Crampon barbelé.
Key. Coin.
Line of formation. Plate-forme des terrassements.
Oak ferrule. Bague en chêne.
Outside plate round holes. Trous ronds dans l'éclisse extérieure.
Pitching. Pavage, perré.
Screw. Tire-fond.
Sleeper. Traverse.
Slope. Talus.
Spike. Cheville en fer ou crampon.
Stone. Pierrailles.
Treenail. Cheville en bois.
Track. Voie (Amérique).
Washer. Rondelle (pour empêcher le desserrage des écrous).
Web. Ame du rail.
Wood key. Coin en bois.

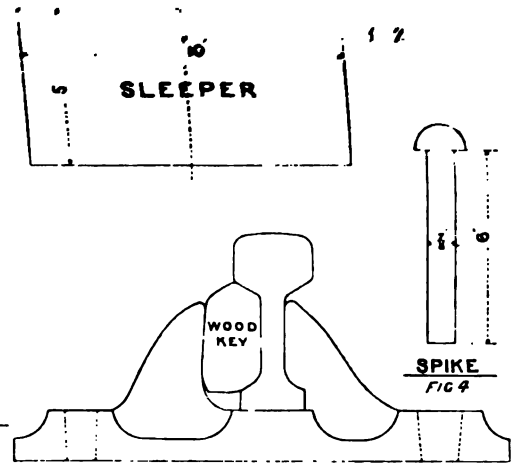
[1] Les expressions qui ne se répètent pas souvent sont traduites sur les planches elles-mêmes.



Explication des termes : *1 inch round holes in rails.* Trous ronds de 1 pouce dans le rail. *1 inch square holes in fish plate.* Trous carrés de 1 pouce dans l'éclisse.



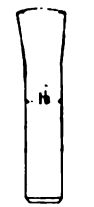
SECTION OF RAIL
FIG 1.



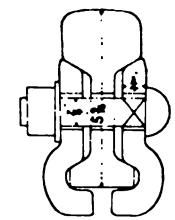
SECTION
FIG 3.

ELEVATION
FIG 2

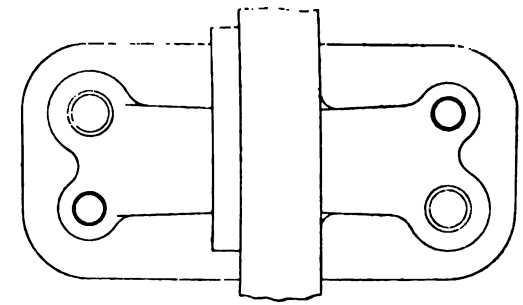
SPIKE
FIG 4



TREENAIL
FIG 5



SECTION OF RAIL & FISH PLATES
FIG 6



PLAN
FIG 7

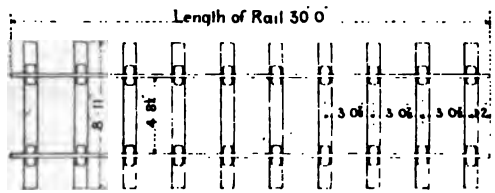
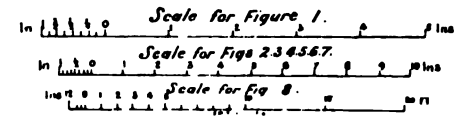
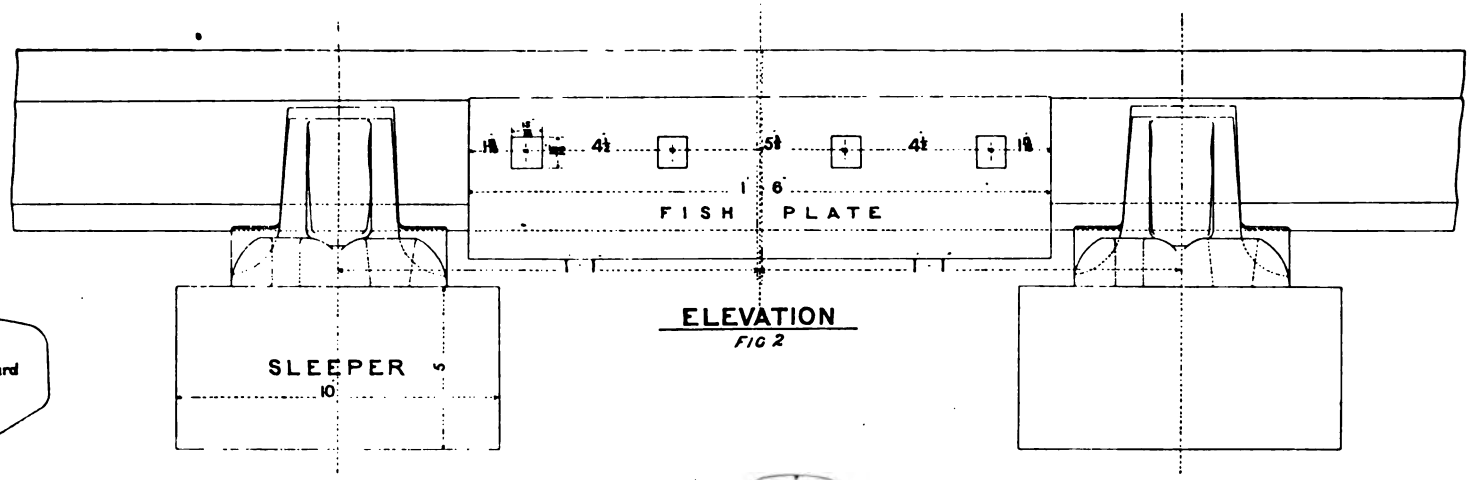


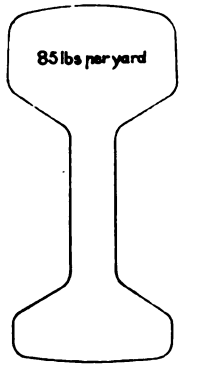
FIG 8



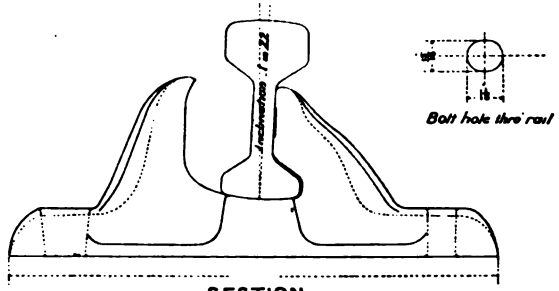
GREAT EASTERN RAILWAY



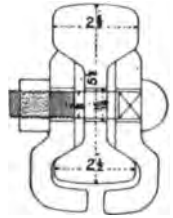
ELEVATION
FIG 2



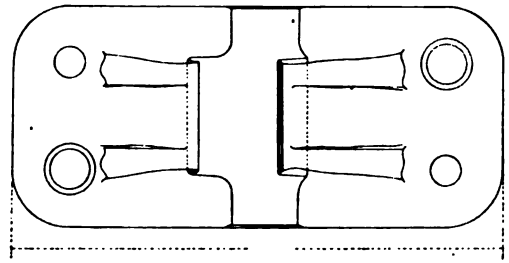
SECTION OF RAIL
FIG 1



SECTION
FIG 3



SECTION OF RAIL & FISH PLATES
FIG 4



PLAN
FIG 5

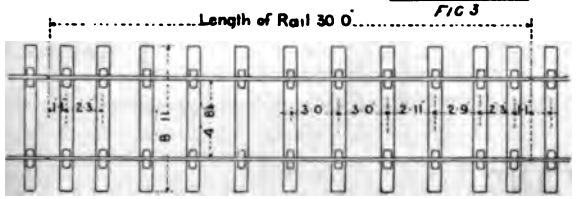
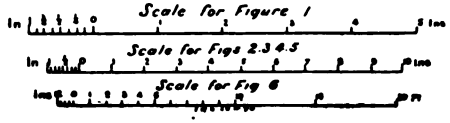


FIG 6



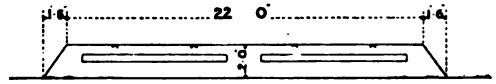
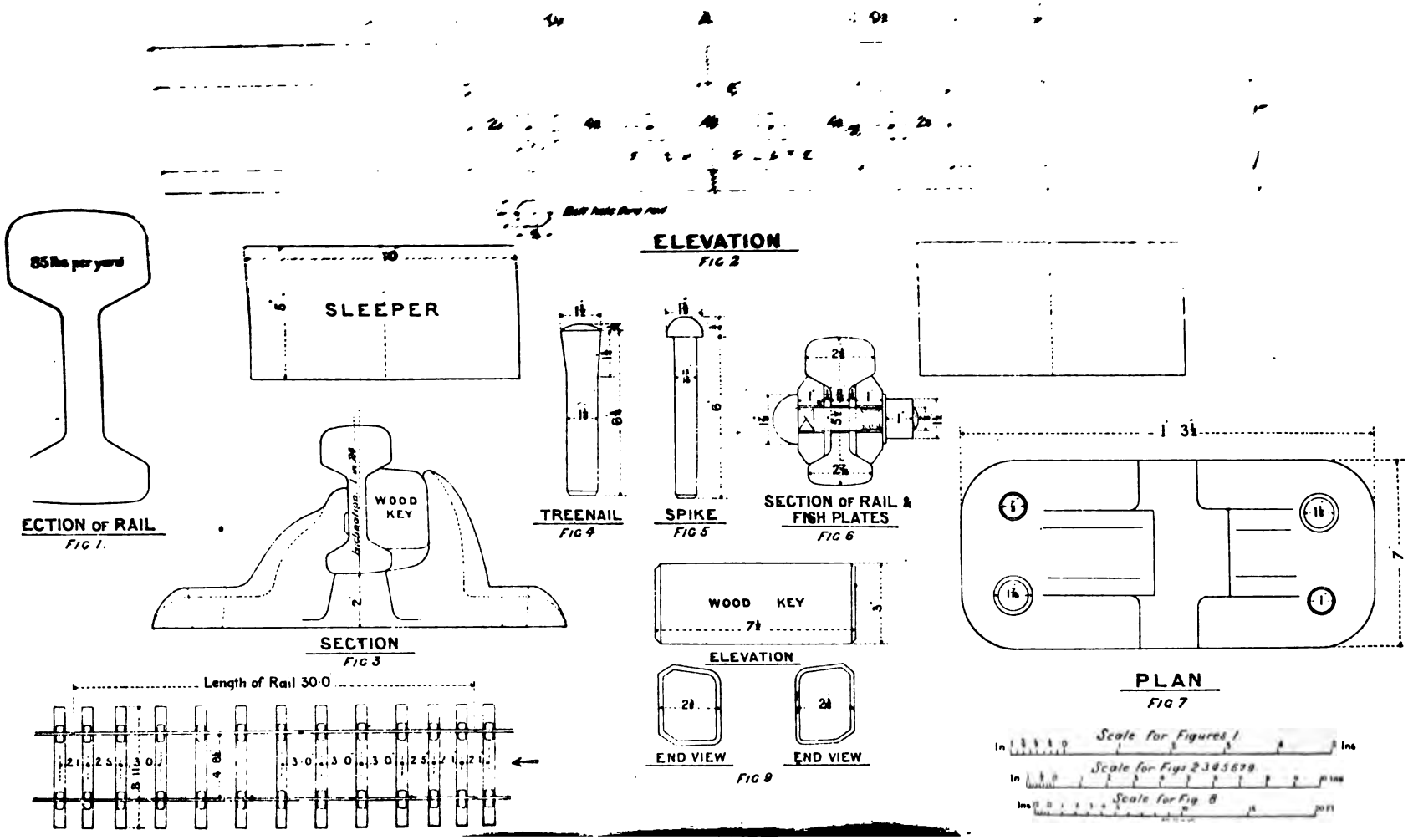
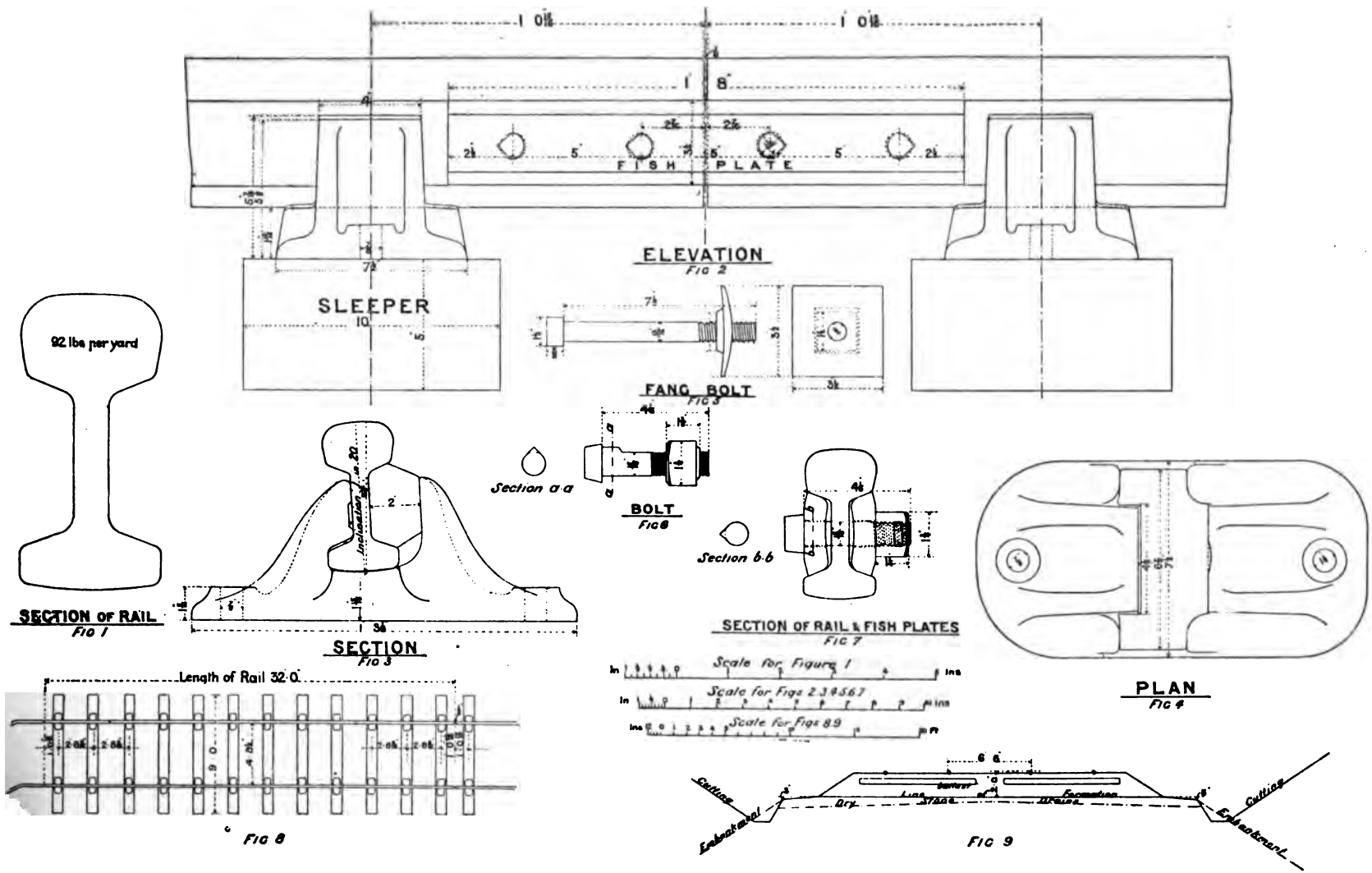


FIG 7

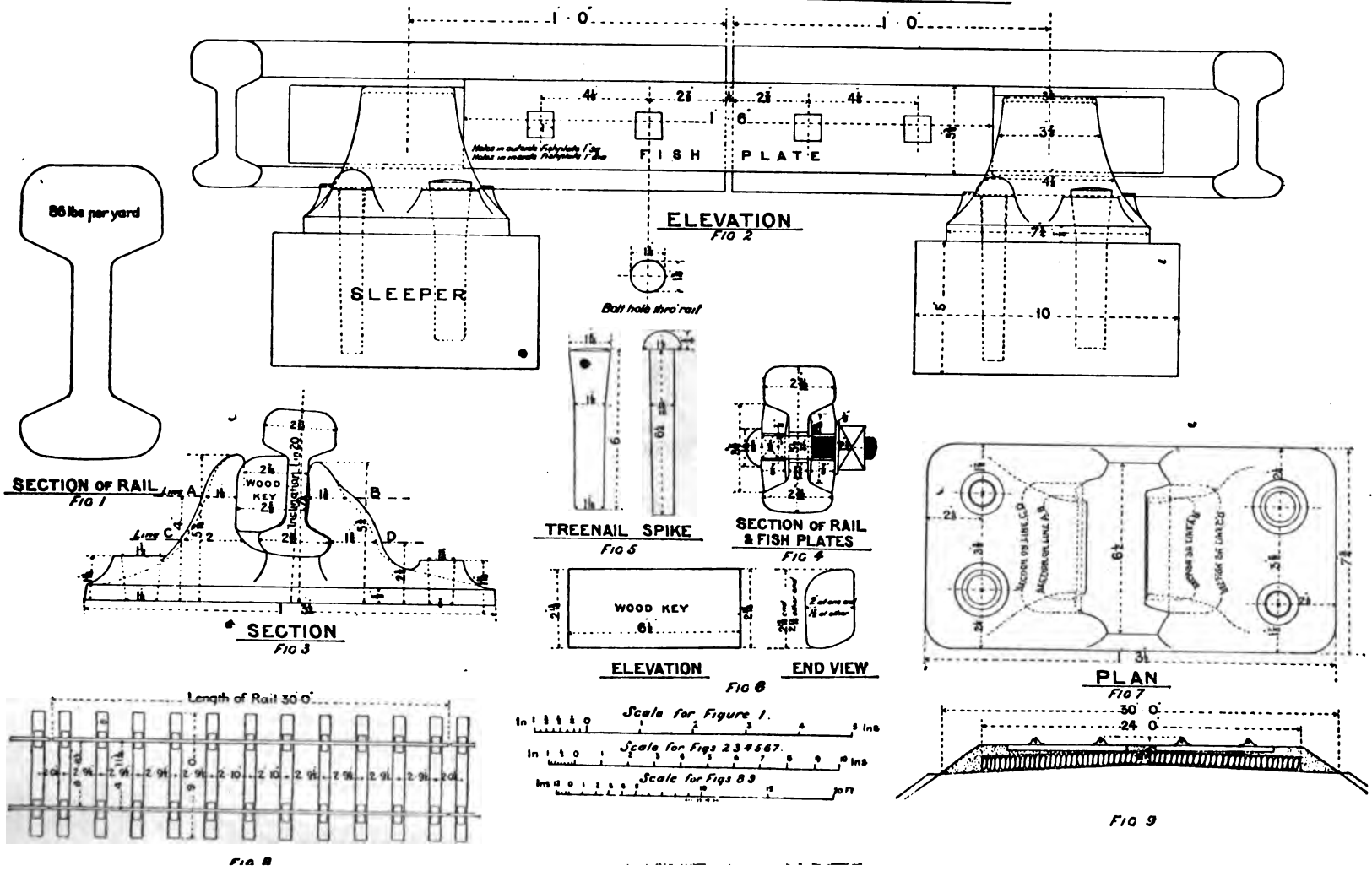
GREAT NORTHERN RAILWAY

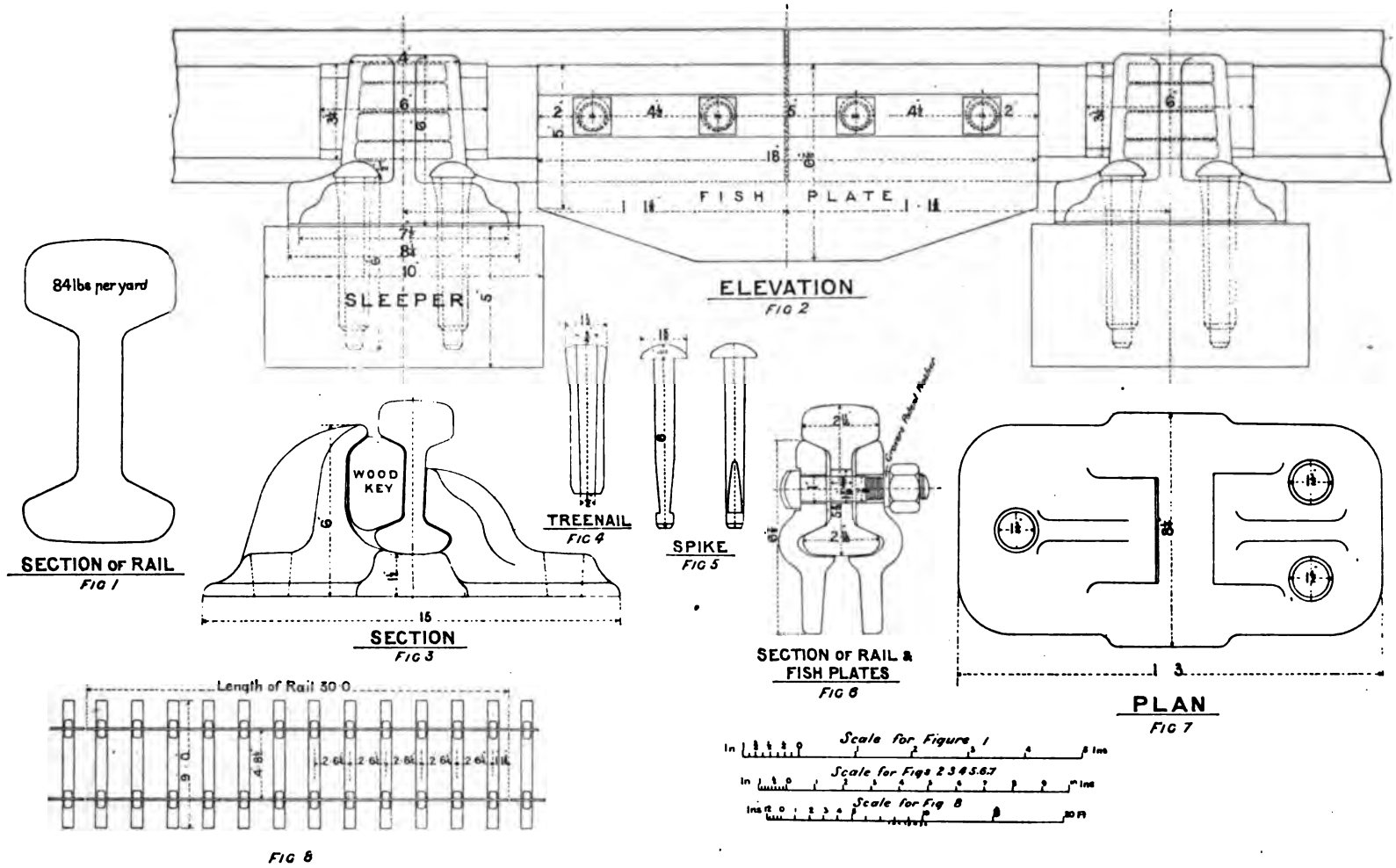




EXPLICATION DES TERMES : *Dry stone drain.* Couche de drainage en sable sec.

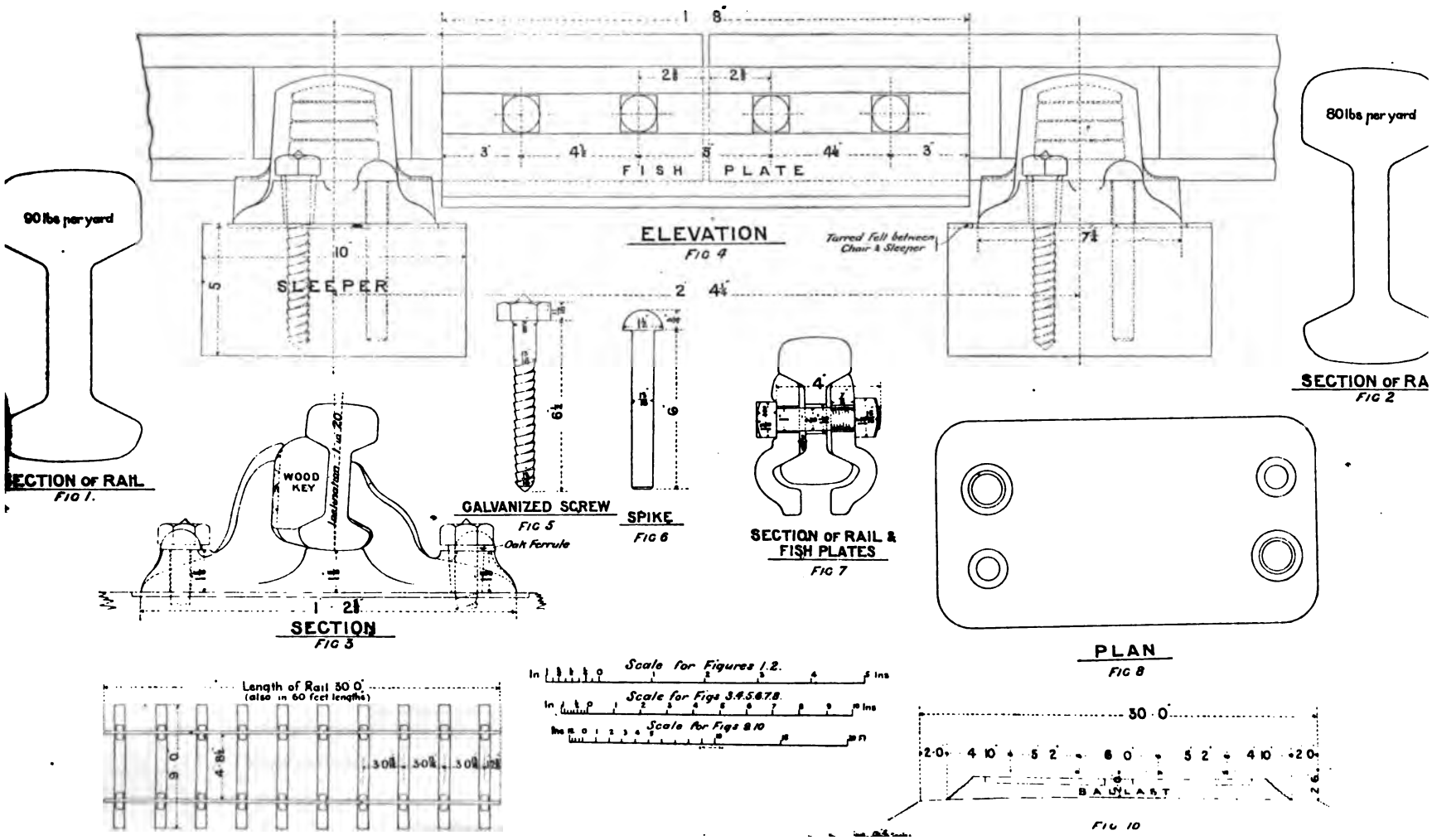
LANCASHIRE & YORKSHIRE RAILWAY

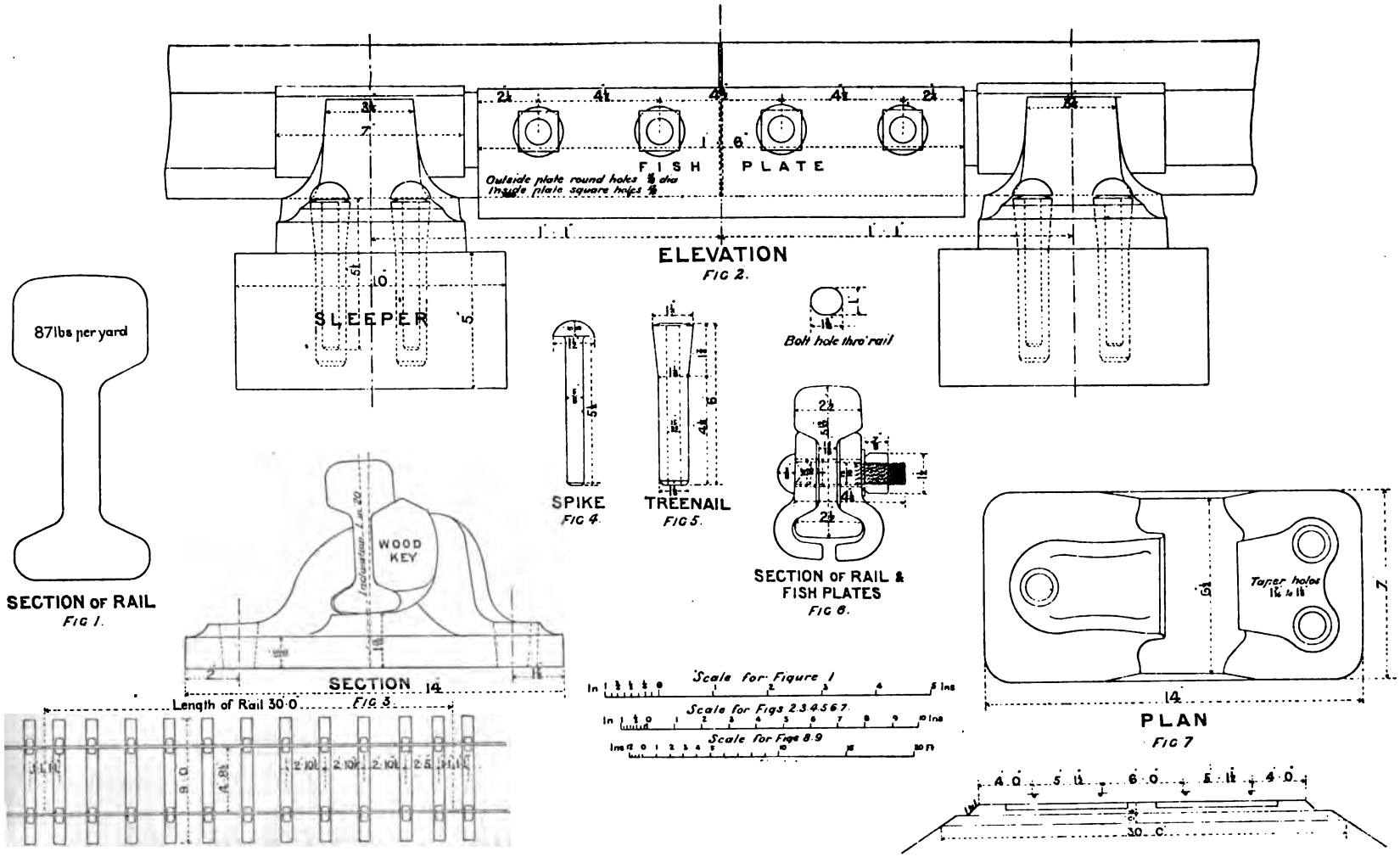




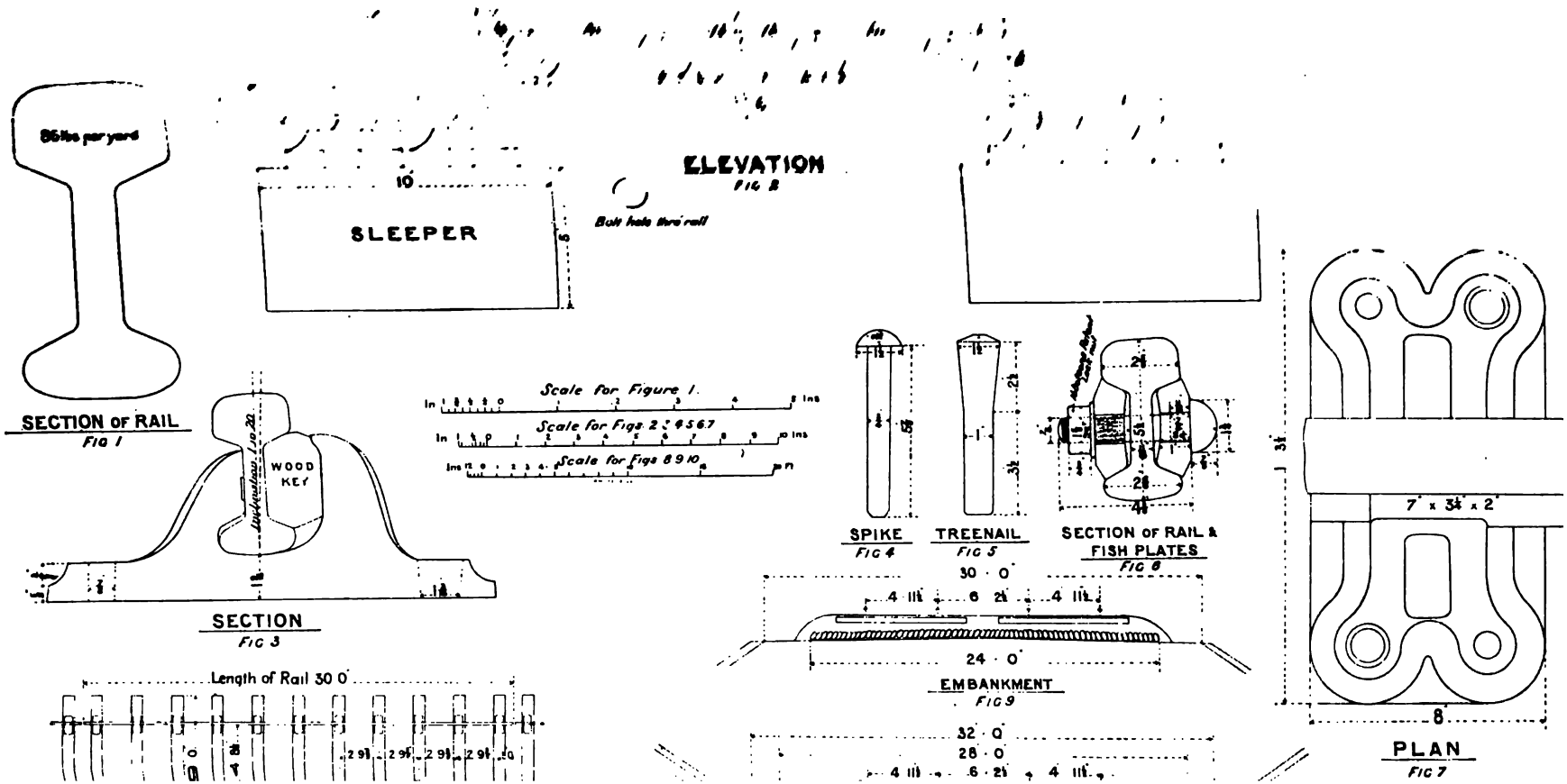
EXPLICATION DES TERMES : *Grover patent washer.* Rondelle brevetée de Grover.

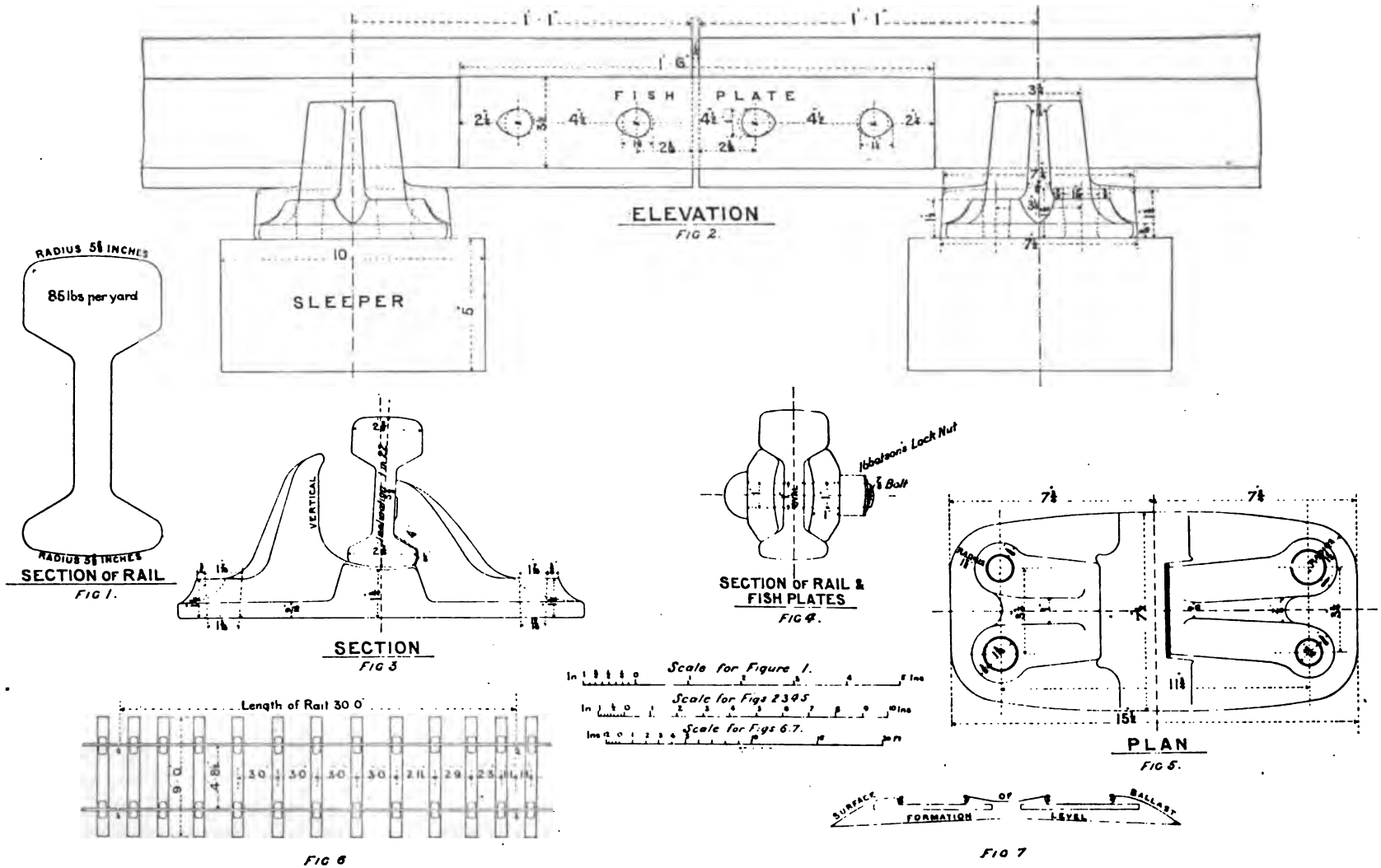
LONDON & NORTH WESTERN RAILWAY



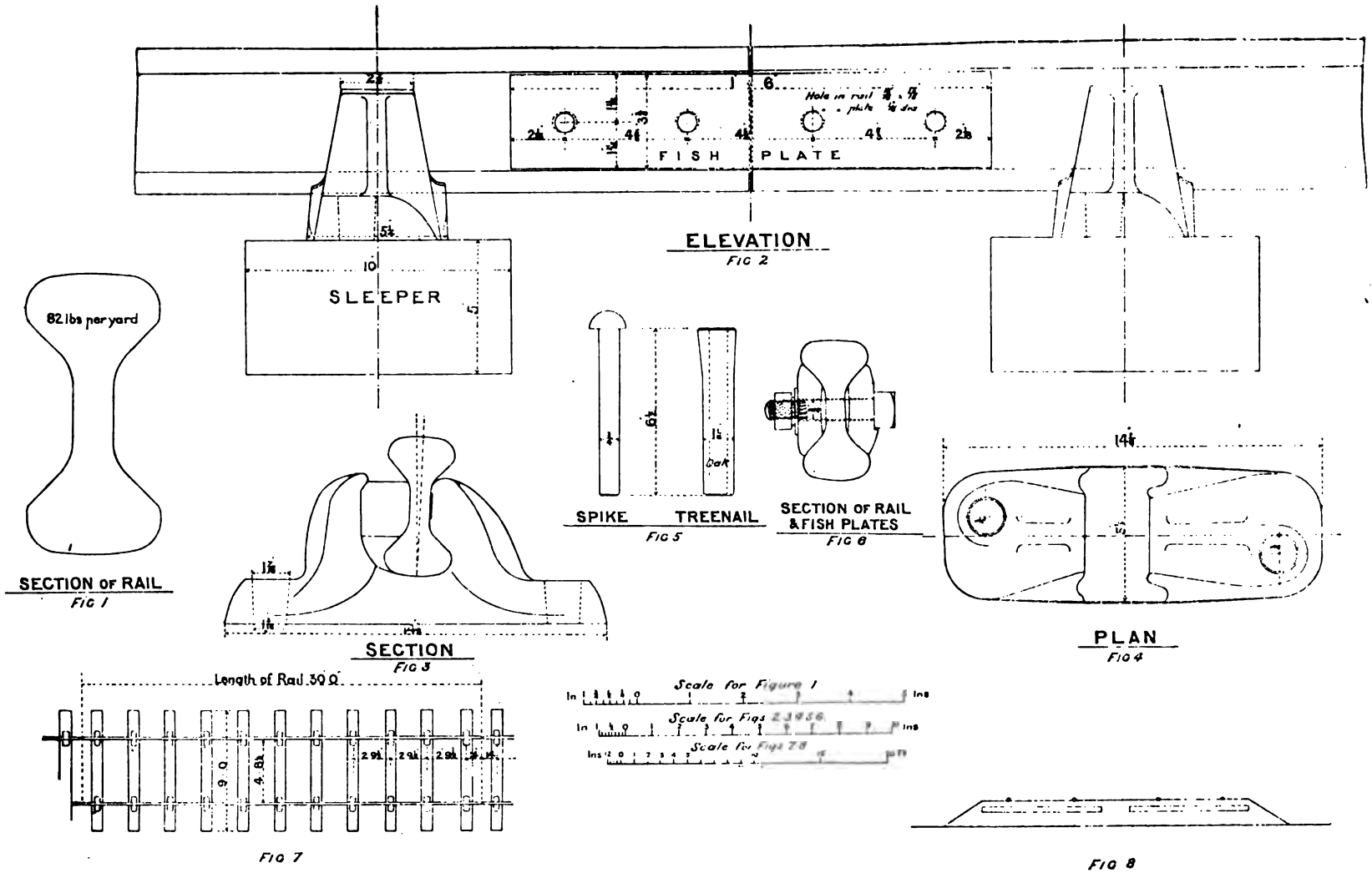


Explication des termes : *Outside plate round holes 15/16 inch diameter.* Trous ronds dans l'éclisse extérieure de 15/16 de pouce de diamètre. *Inside plate square holes.* Trous carrés dans l'éclisse intérieure. *Taper holes.* Trous coniques.


86lbs per yard
SECTION OF RAIL
FIG 1
SLEEPER
10'
ELEVATION
FIG 2
Bolt holes thro' rail
WOOD KEY
SECTION
FIG 3
Scale for Figure 1.
Scale for Figs 2 & 4 5 6 7
Scale for Figs 8 9 10
SPIKE
FIG 4
TREENAIL
FIG 5
SECTION OF RAIL & FISH PLATES
FIG 6
30 · 0'
4 11½
6 2½
4 11½
24 · 0'
EMBANKMENT
FIG 9
32 · 0'
28 · 0'
4 11½
6 · 2½
4 11½
Length of Rail 30 0'
7' x 3¼' x 2'
8'
PLAN
FIG 7

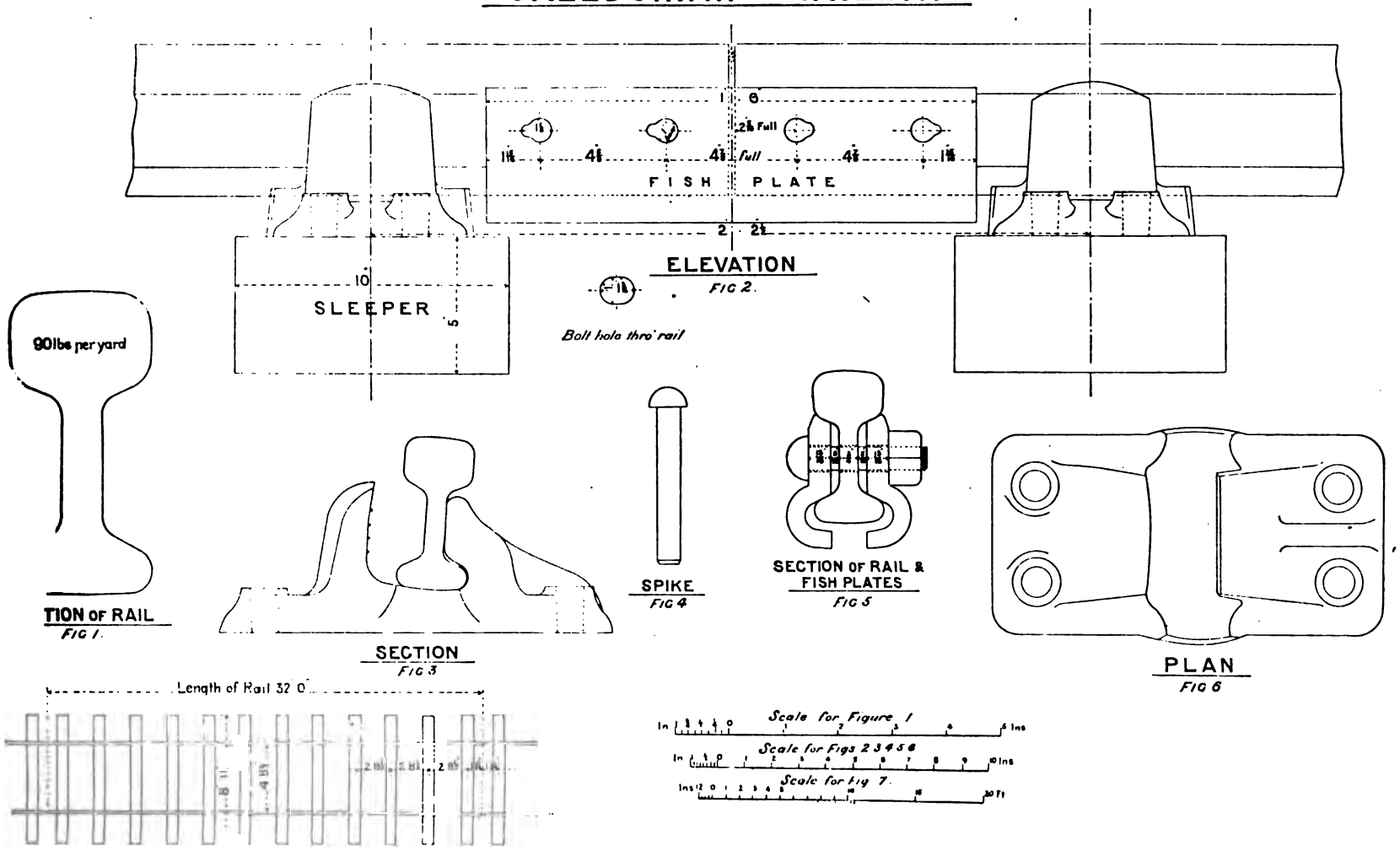


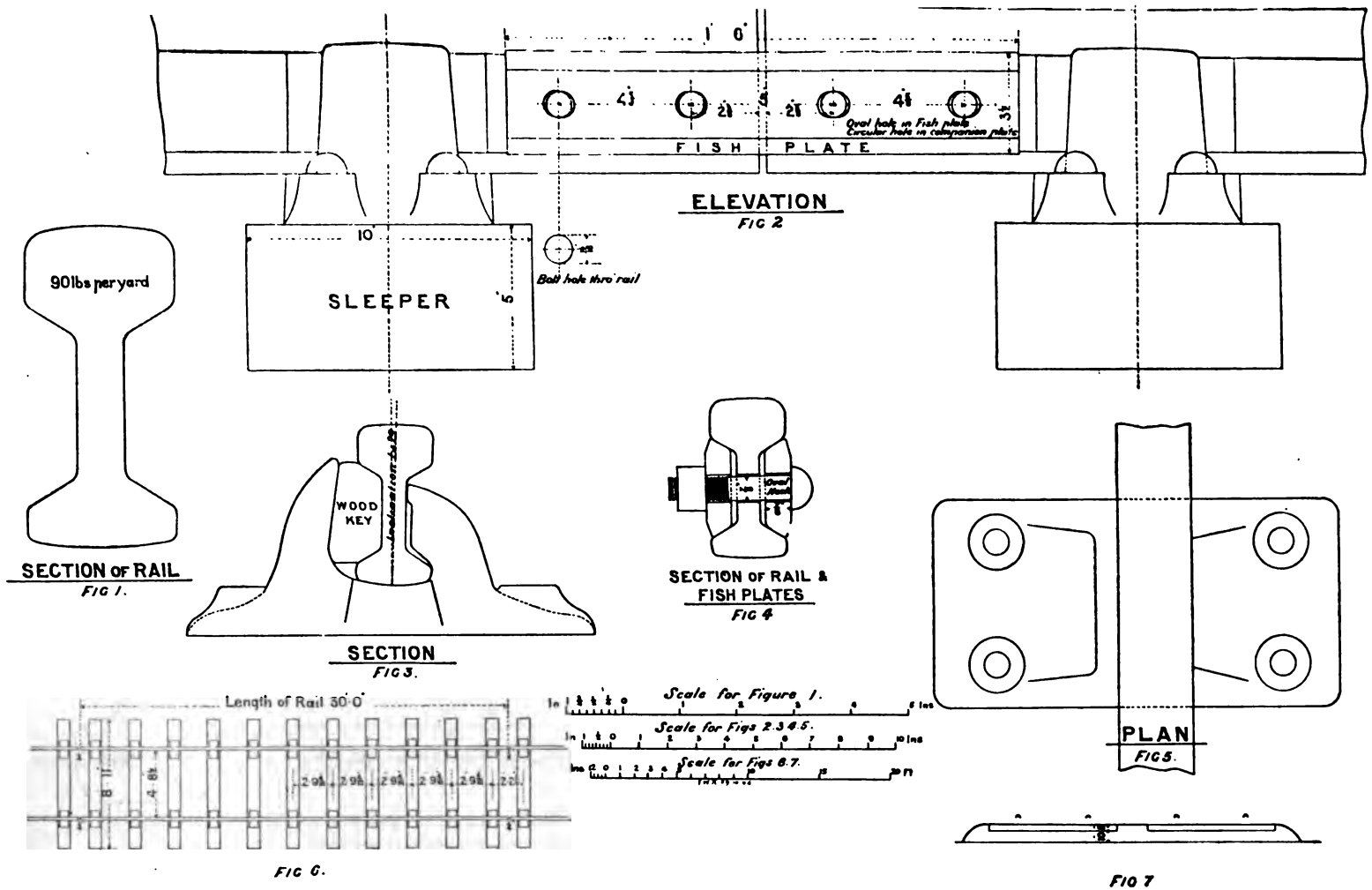
Explication des termes : ***Formation level.*** **Plate-forme des terrassements.**



EXPLICATION DES TERMES : *Holes in rails.* Trous dans les rails. *Holes in plate* Trous dans l'éclisse.

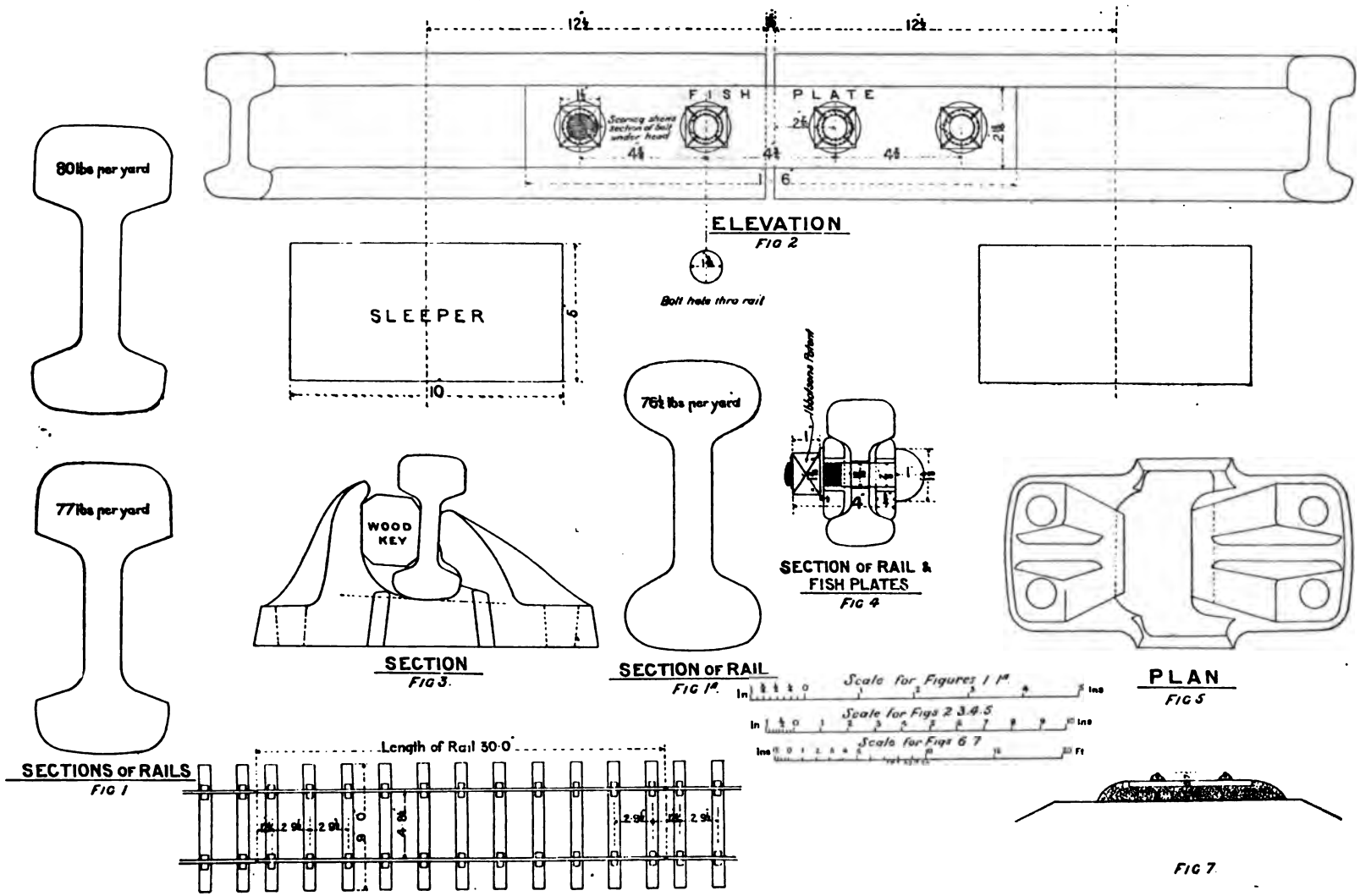
CALEDONIAN RAILWAY



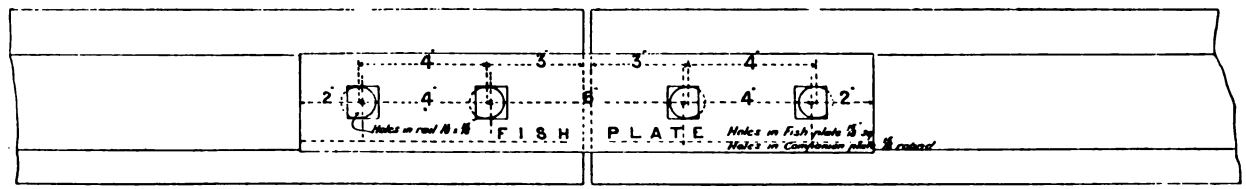


EXPLICATION DES TERMES : *Oval hole in fishplate.* Trou ovale dans l'éclisse. *Circular hole in companion plate.* Trou circulaire dans l'autre éclisse. *Oval neck.* Collet ovale.

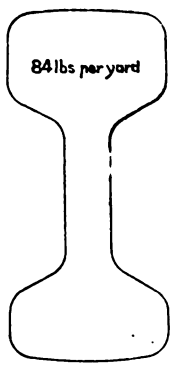
HIGHLAND RAILWAY



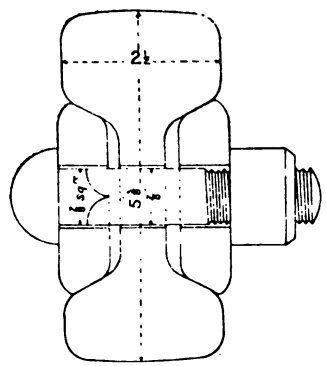
NORTH BRITISH RAILWAY



ELEVATION
FIG 3



SECTION OF RAIL
FIG 1



SECTION OF RAIL & FISH PLATES
FIG 2.

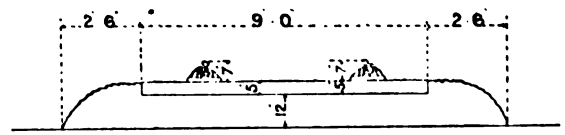
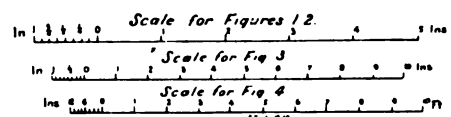


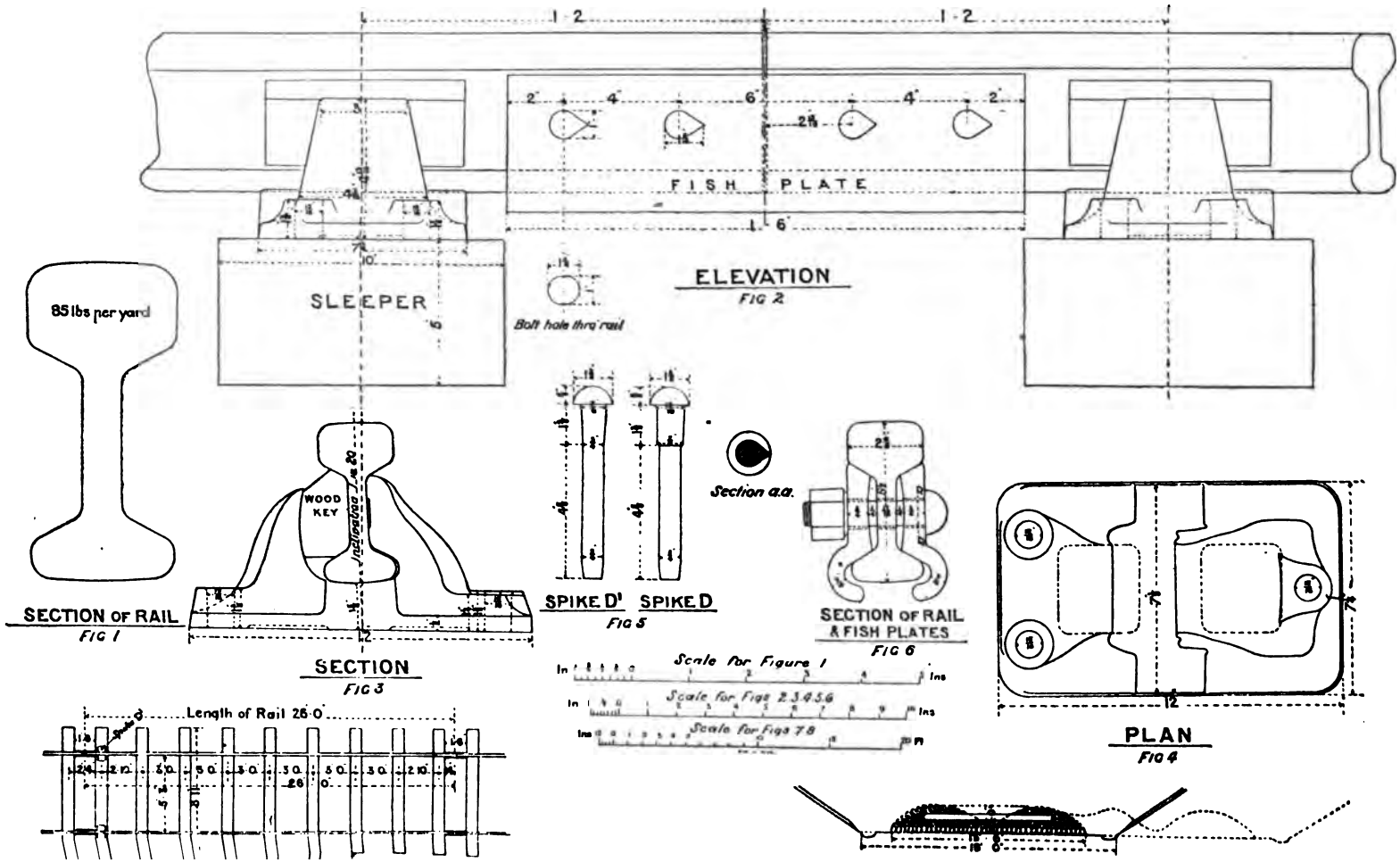
FIG 4.



EXPLICATION DES TERMES : *Holes in rails.* Trous dans les rails. *Holes in fishplate.* Trous dans l'éclisse. *Holes in companion plate.* Trous dans l'autre éclisse.

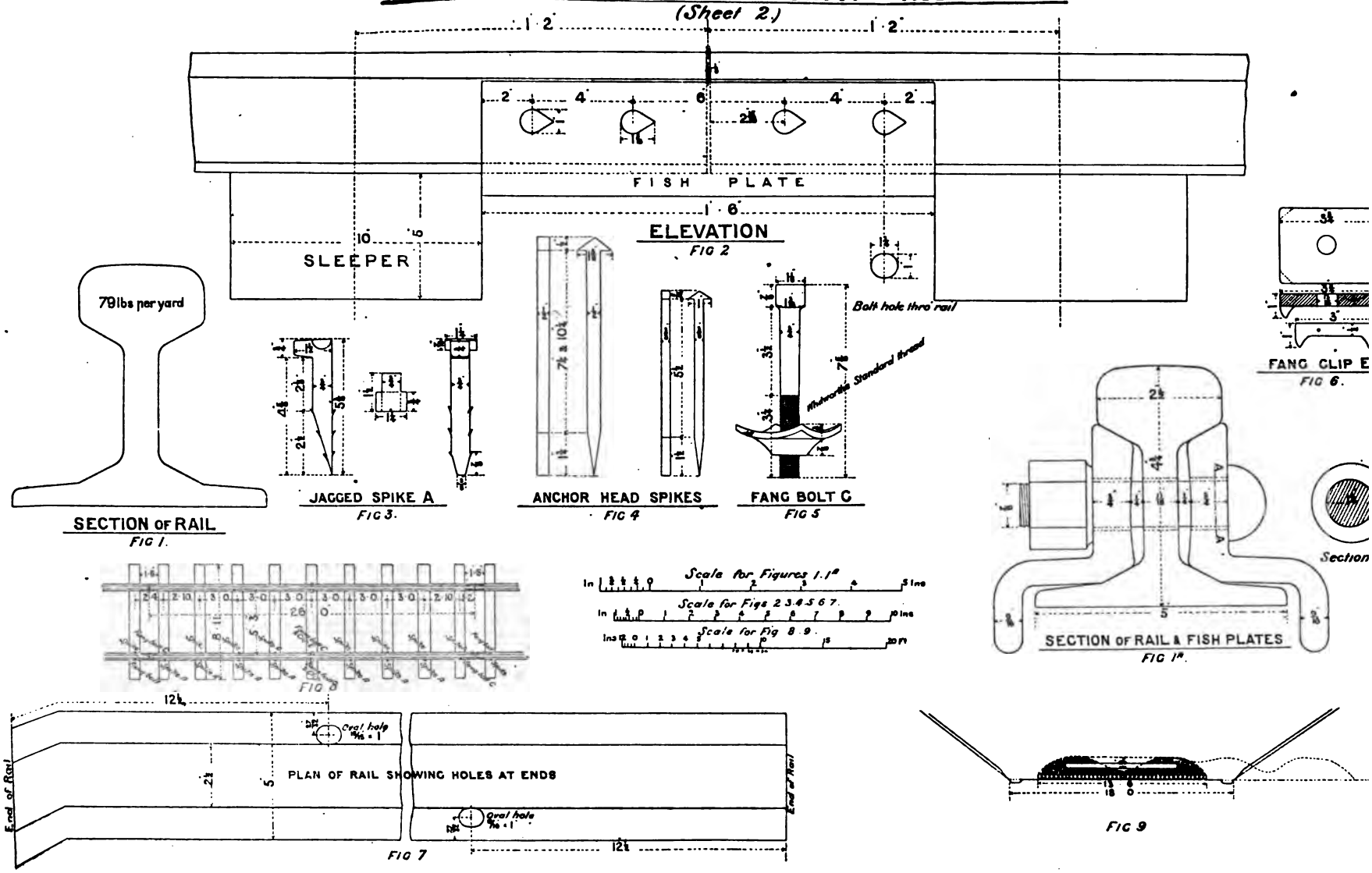
GREAT NORTHERN RAILWAY IRELAND

(Sheet 1.)



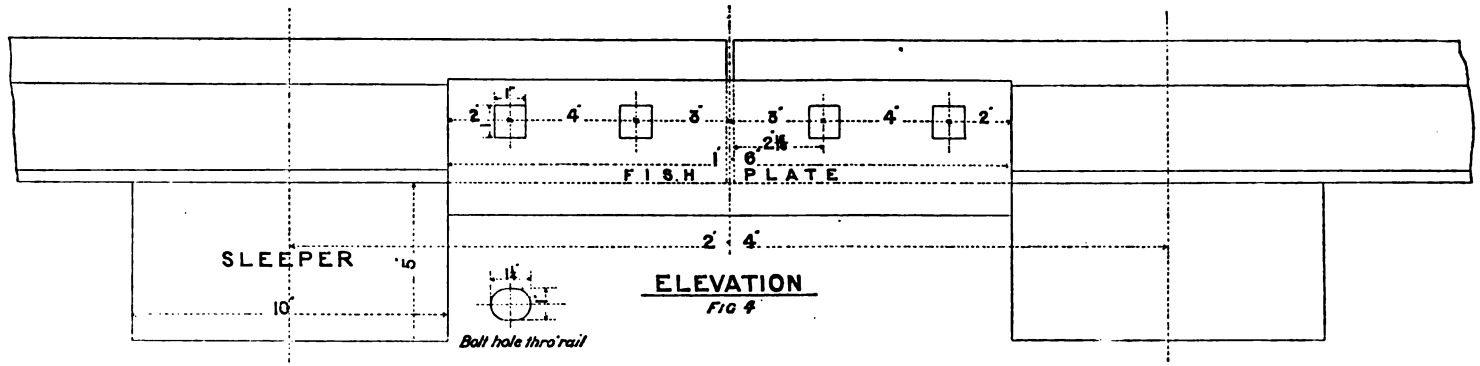
GREAT NORTHERN RAILWAY IRELAND

(Sheet 2.)

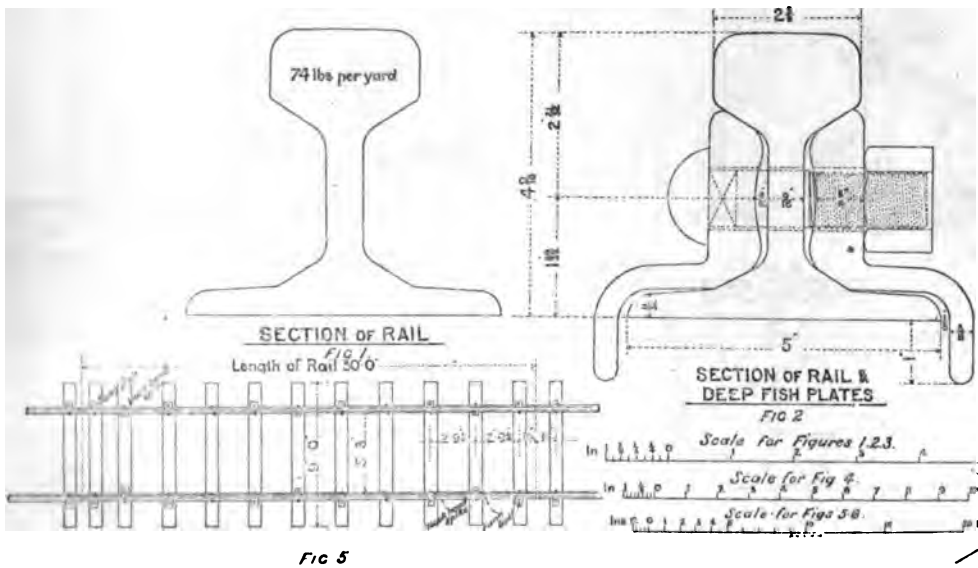


EXPLICATION DES TERMES : *Plan of rail showing holes at end.* Plan montrant les trous à l'extrémité.

GREAT SOUTHERN & WESTERN RAILWAY



ELEVATION
FIG 4



SECTION OF RAIL
FIG 1

SECTION OF RAIL & DEEP FISH PLATES
FIG 2

SECTION OF RAIL & PLAIN FISH PLATES
FIG 3

FIG 5

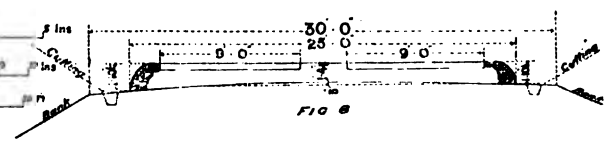
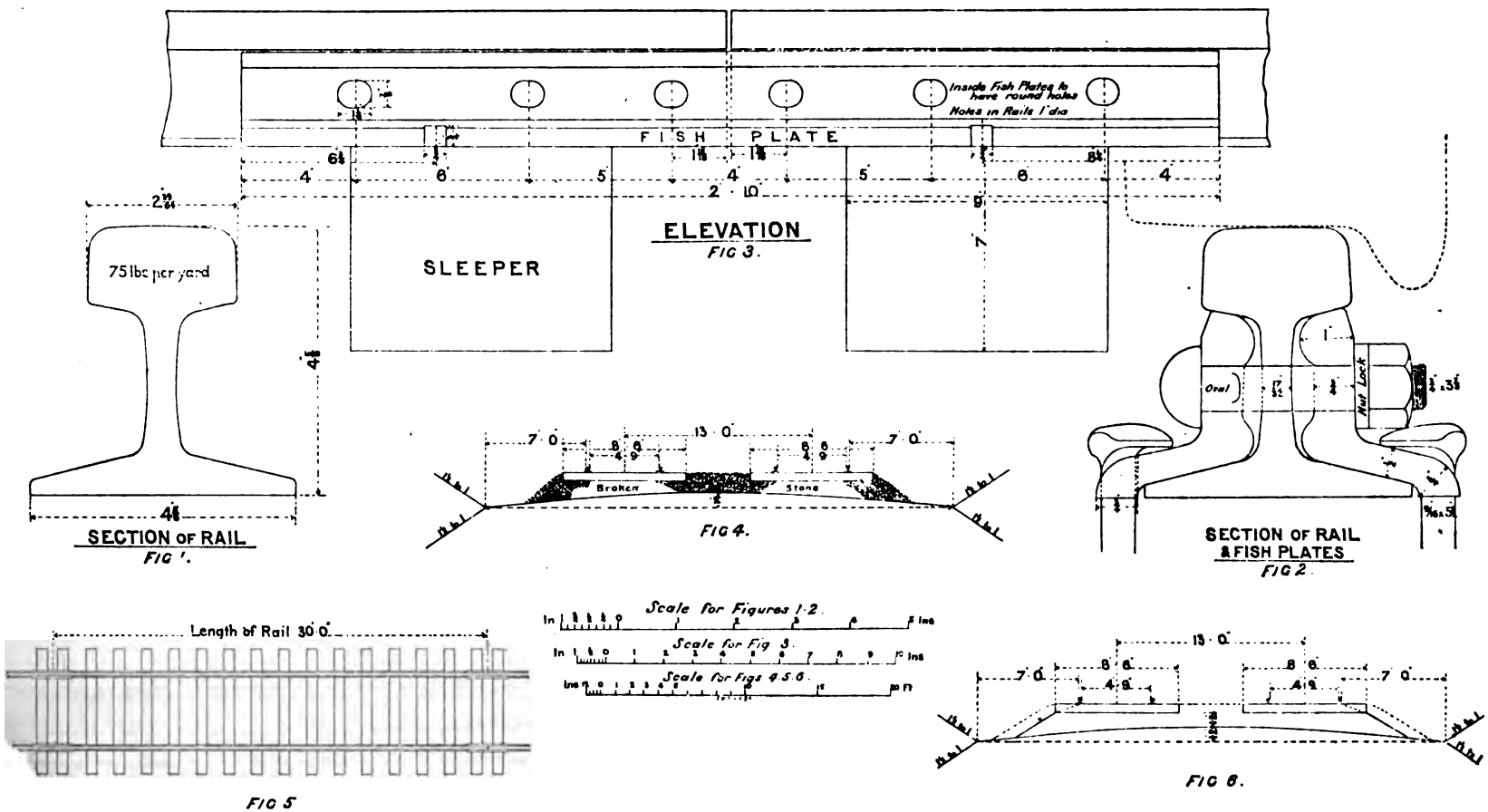
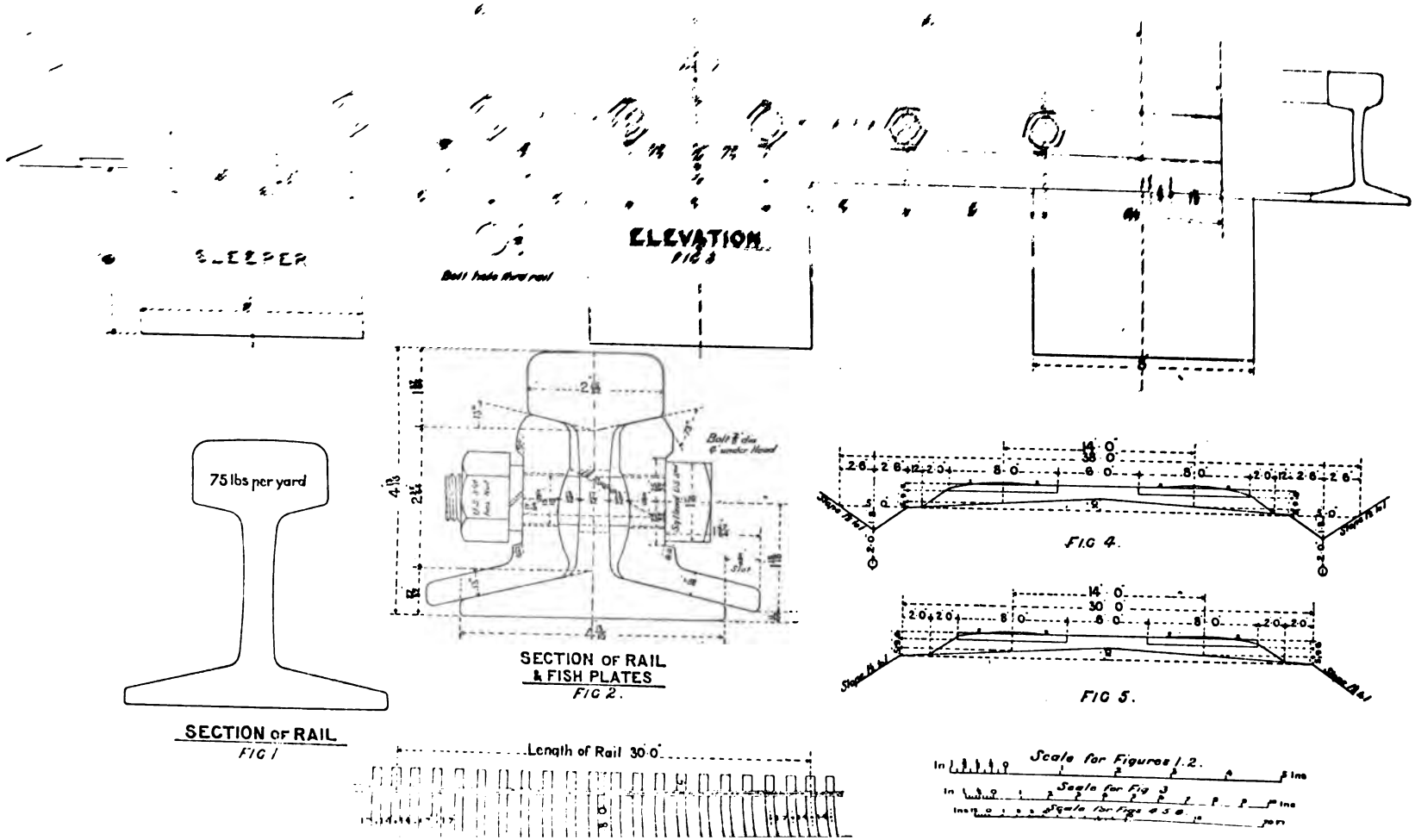


FIG 6

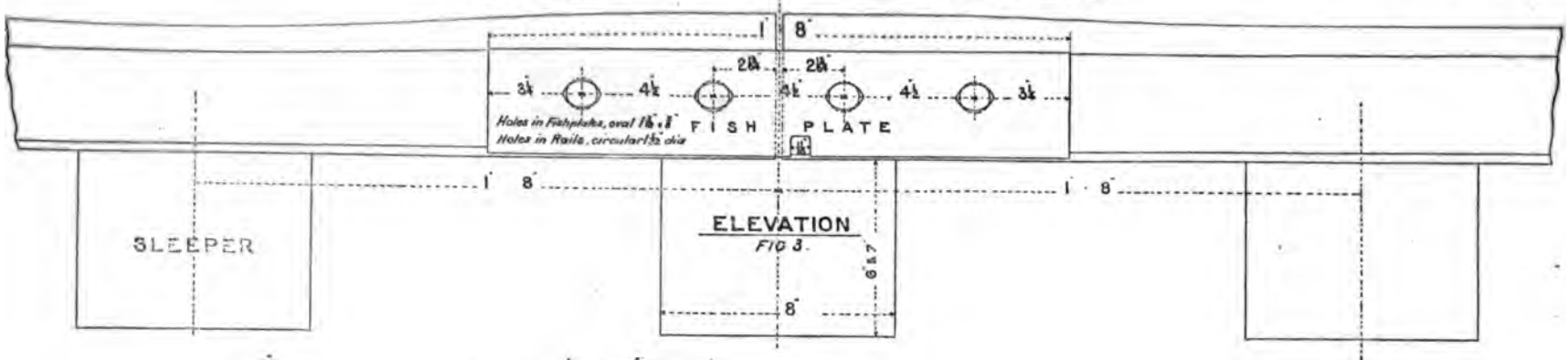


EXPLICATION DES TERMES : *Inside fishplate to have round holes.* Les éclisses intérieures ont des trous ronds. *Holes in rails.* Trous dans le rail. *Oval.* Section ovale pour prévenir la rotation.

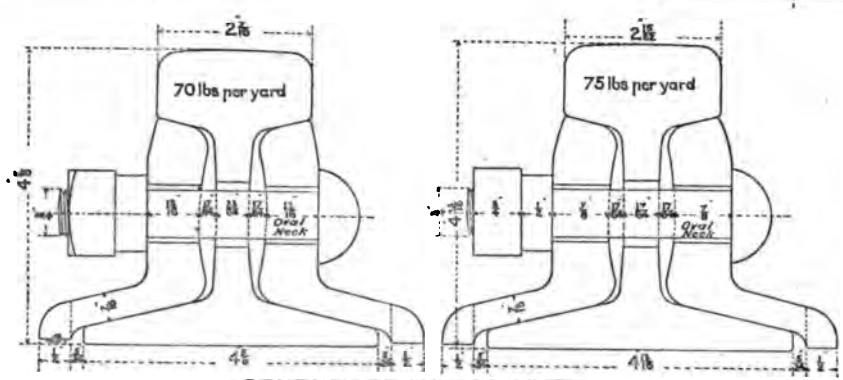
[illegible] & QUINCY RAILROAD



ILLINOIS CENTRAL RAILROAD



ELEVATION
FIG 3.



SECTION OF RAIL & FISH PLATES
FIG 1.

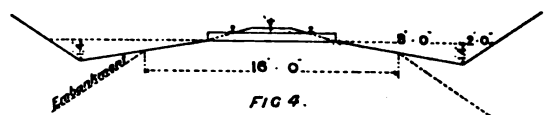


FIG 4.
Section of Earth Track

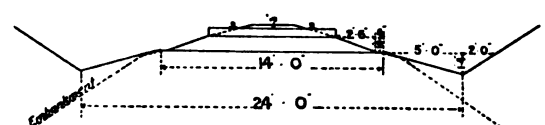


FIG 5.
Section of fine Gravel Ballast & for Cementing Gravel

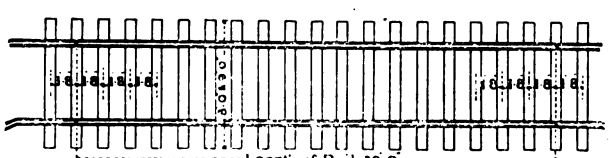
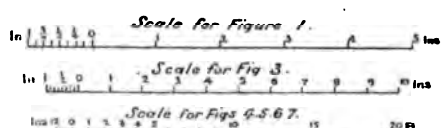


FIG 7.



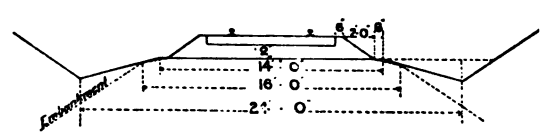
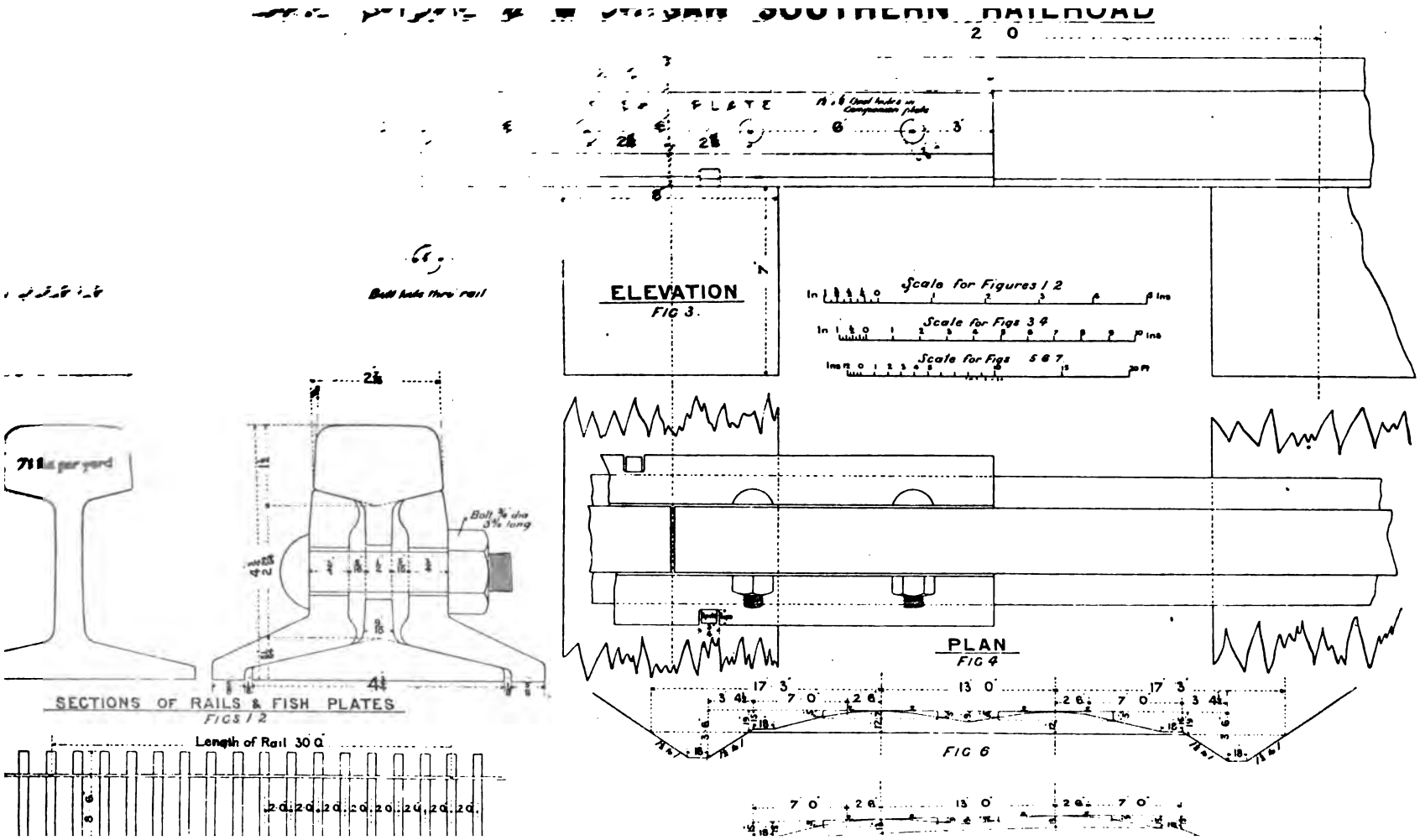


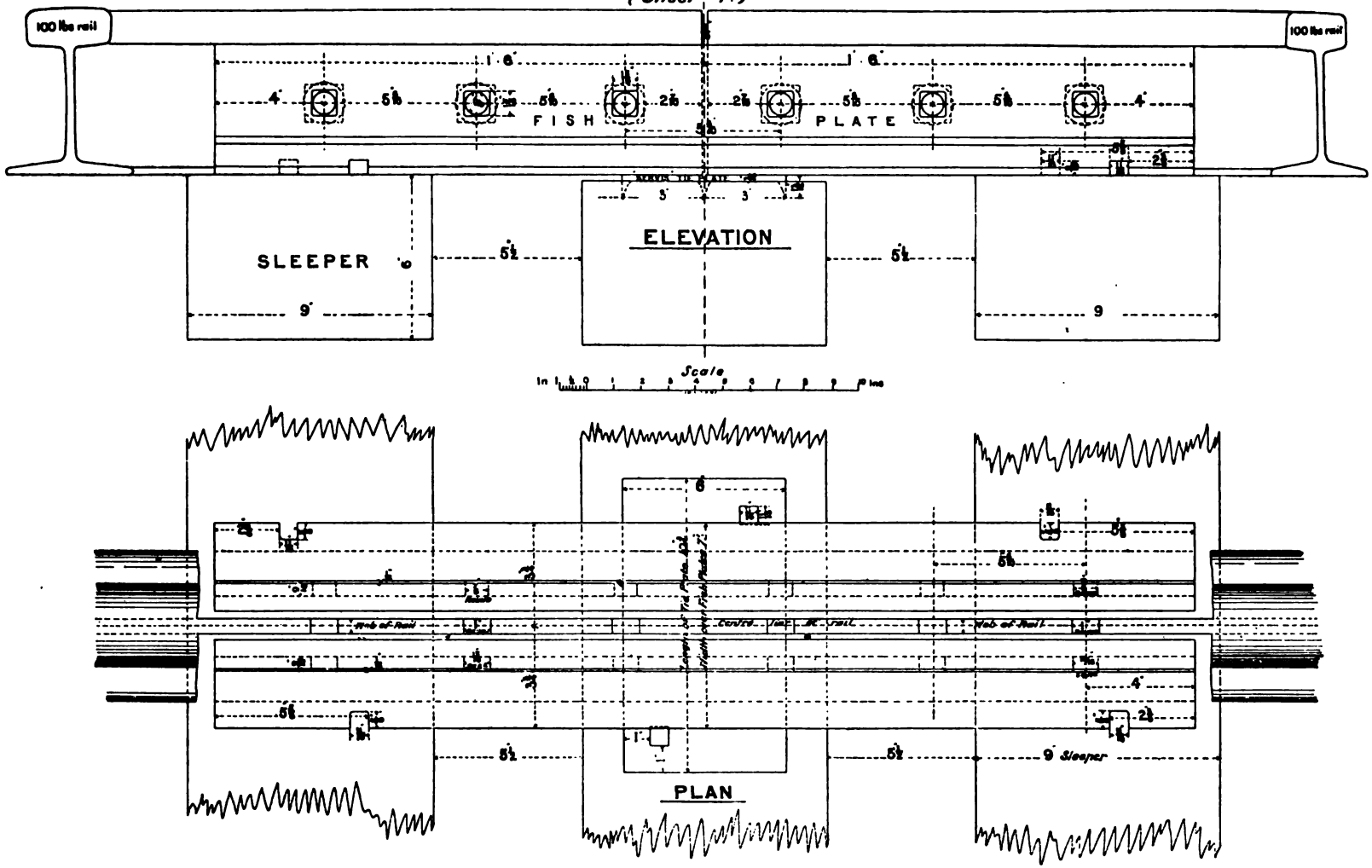
FIG 6.
Section of Stone or coarse & loose non-cementing Gravel Ballast

EXPLICATION DES TERMES : *Holes in fishplate, ovals.* Trous ovales dans les éclisses. *Holes in rails, circular.* Trous circulaires dans les rails.


ELEVATION
FIG 3.
Scale for Figures 1 2
Scale for Figs 3 4
Scale for Figs 5 6 7
PLAN
FIG 4
FIG 6
SECTIONS OF RAILS & FISH PLATES
FIGS 1 2
Length of Rail 30 0
Bolt holes thru rail
Bolt ⅝ dia 3⅝ long

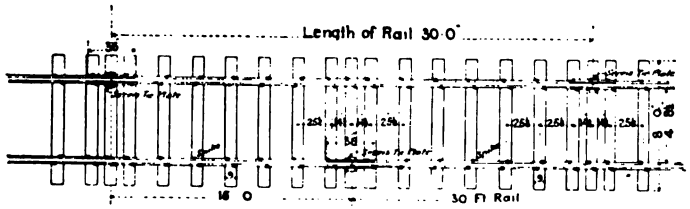
NEW YORK CENTRAL & HUDSON RIVER RAILROAD

(Sheet 1.)



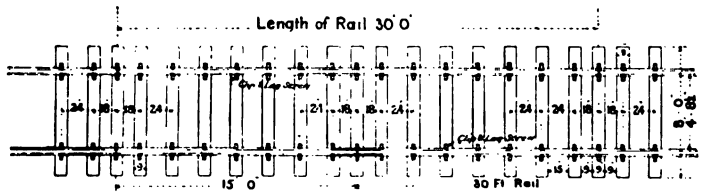
NEW YORK CENTRAL & HUDSON RIVER RAILROAD

(Sheet 2)



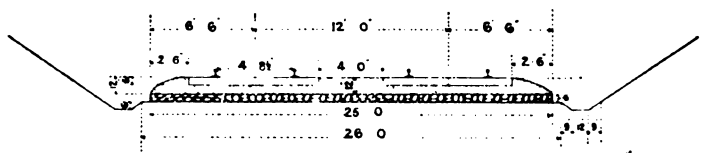
Plan showing method of laying Track with Common Spikes

FIG 3.



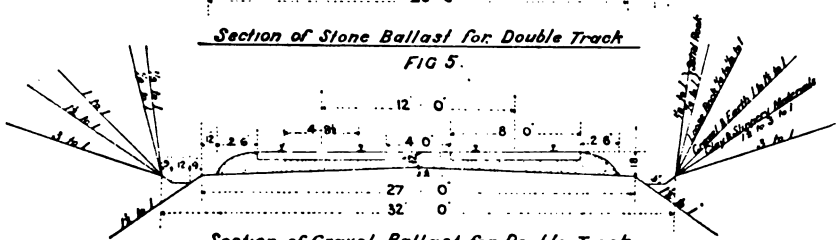
Plan showing method of laying Track with Clips and Lag-Screw Fastenings

FIG 4.



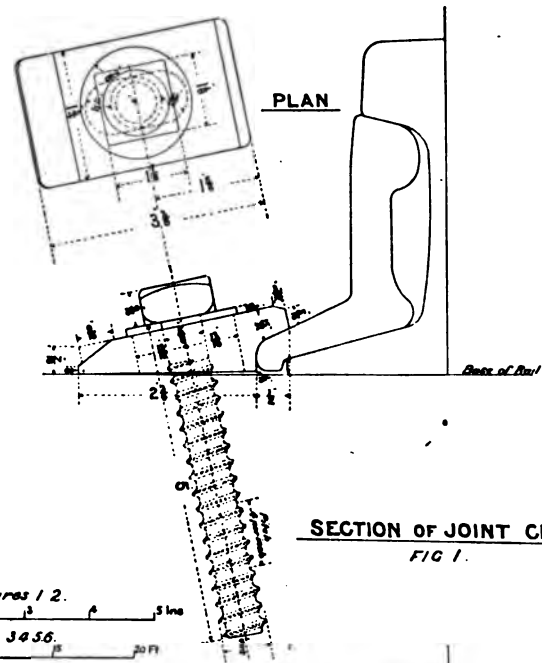
Section of Stone Ballast for Double Track

FIG 5.



Section of Gravel Ballast for Double Track

FIG 6.

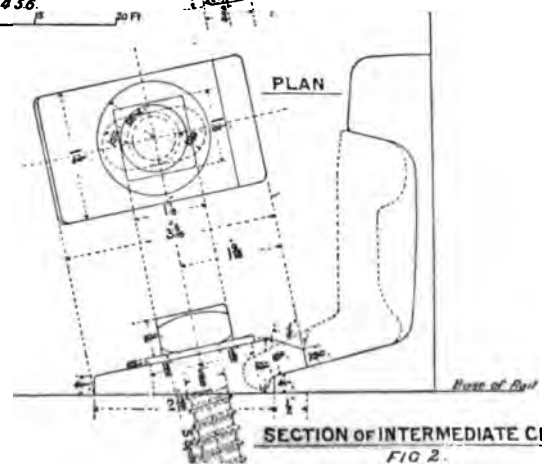


SECTION OF JOINT CLIP

FIG 1.

Scale for Figures 1 2.

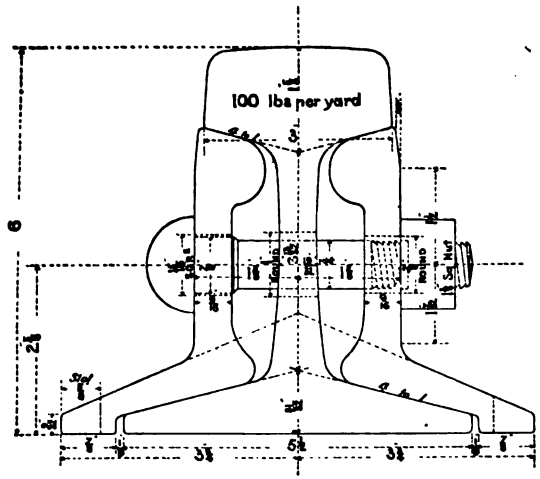
Scale for Figs 3 4 5 6.

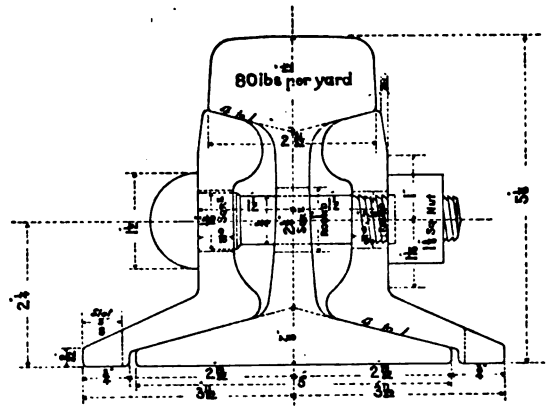


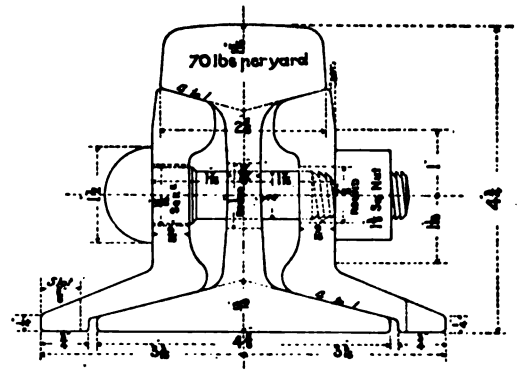
SECTION OF INTERMEDIATE CLIP

FIG 2.

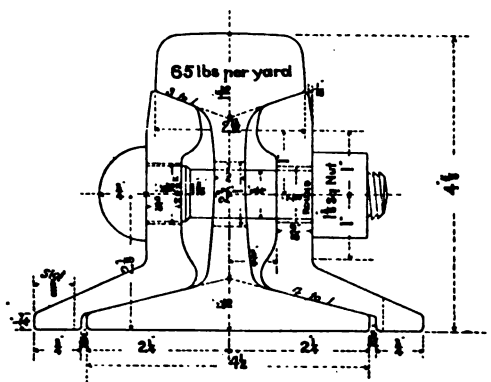
Sheet 3.

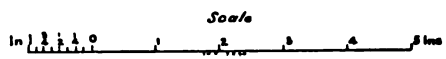


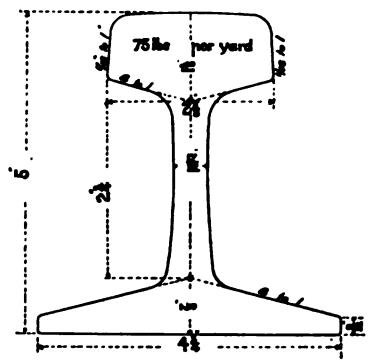




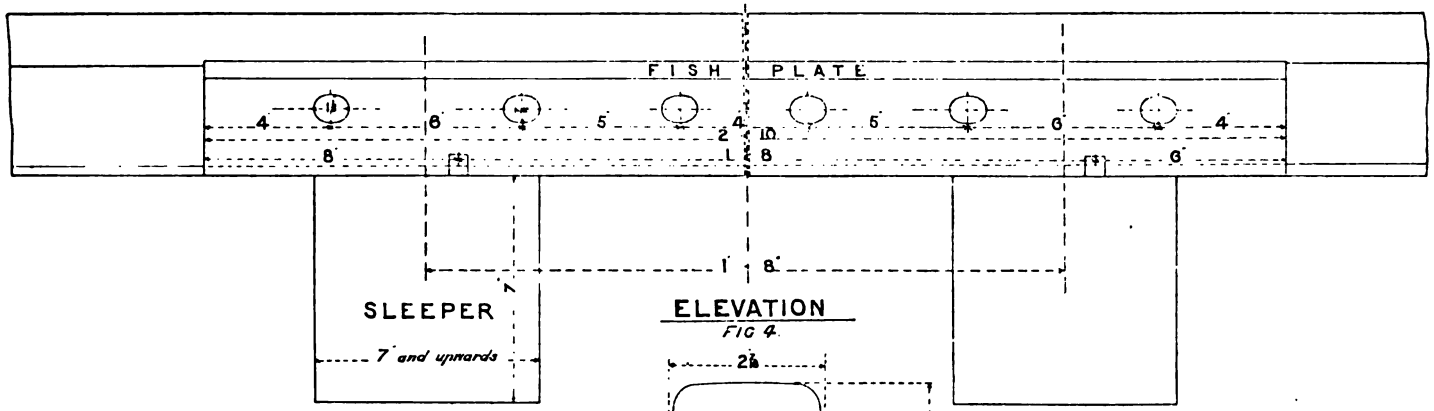
SECTIONS OF RAILS & FISH PLATES







PENNSYLVANIA RAILROAD



ELEVATION
FIG 4.

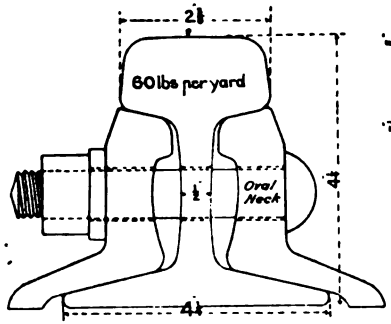
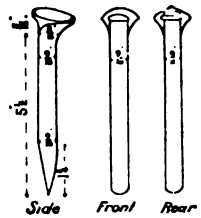
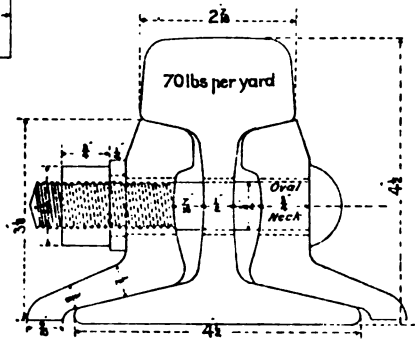


FIG 1.



SPIKE
FIG 5



SECTIONS OF RAILS & FISH PLATES
FIG 2.

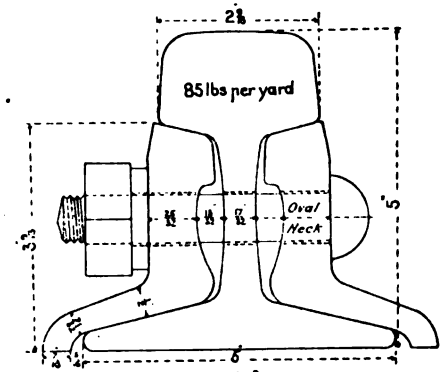
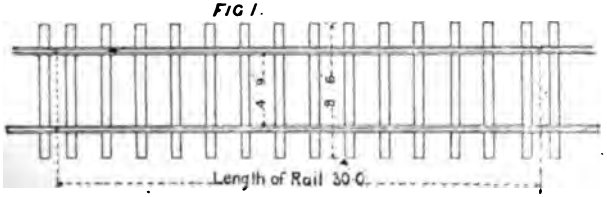
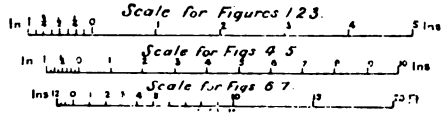


FIG 3.





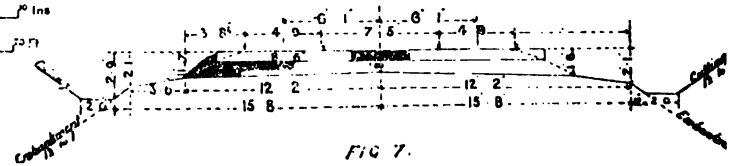
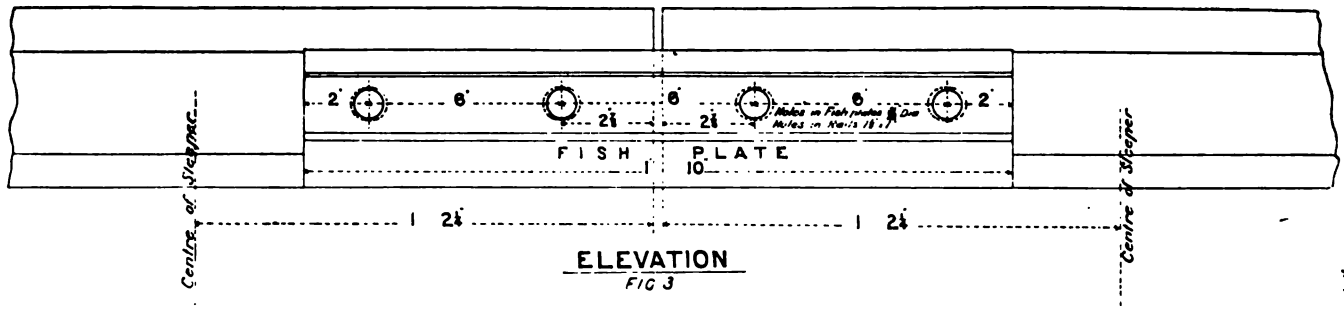
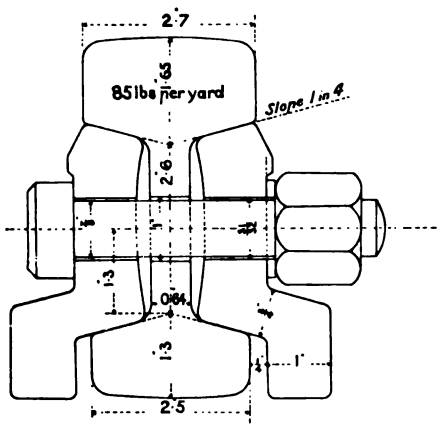


FIG 7.

EAST INDIAN RAILWAY



ELEVATION
FIG 3



SECTION OF RAIL & FISH PLATES
FIG 1

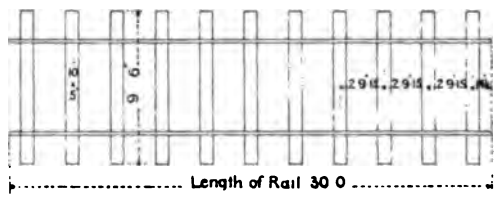
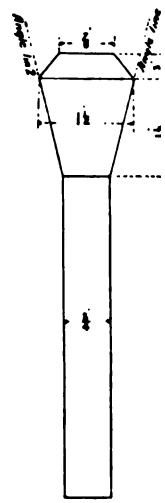
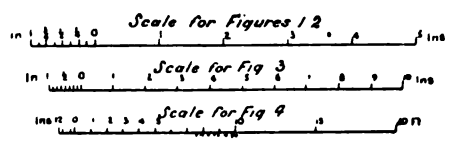


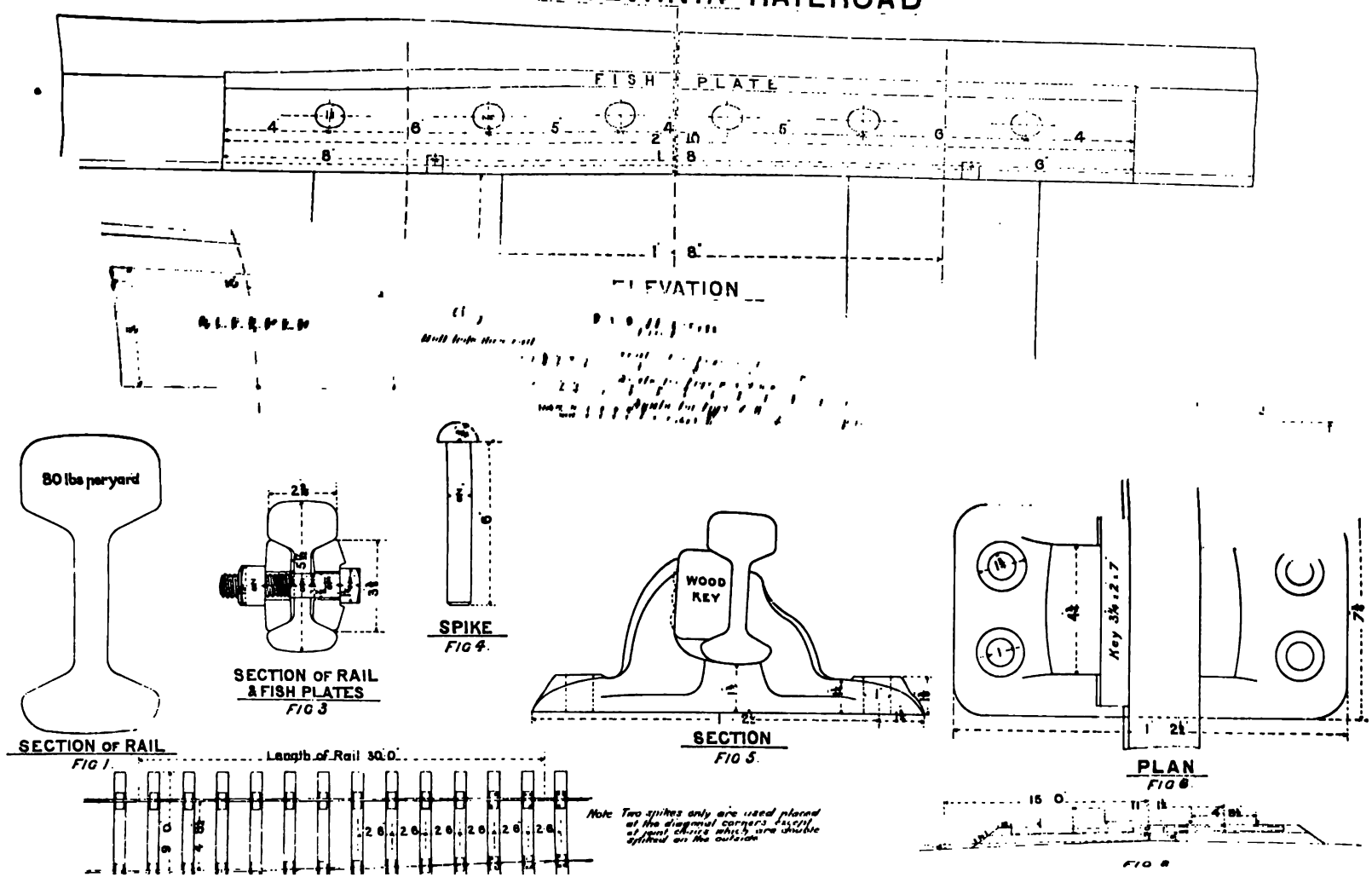
FIG 4

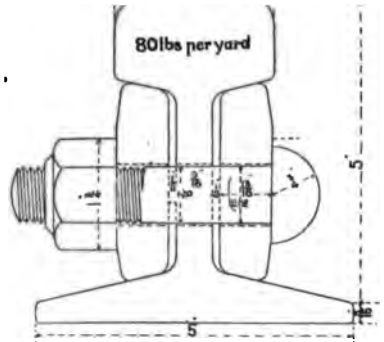


SPIKE
FIG 2



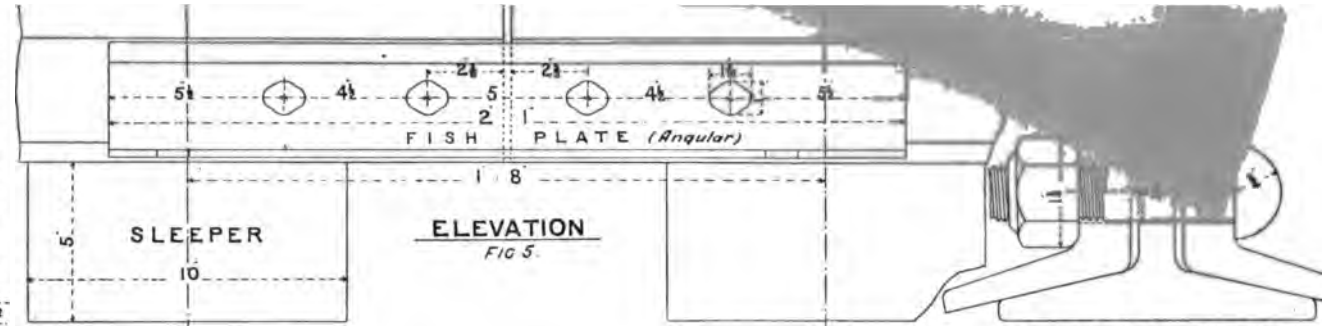
PENNSYLVANIA RAILROAD





SECTION OF RAIL & FISH PLATES

FIG 1.

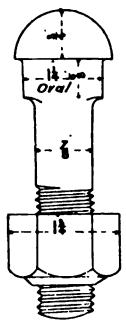


ELEVATION

FIG 5.

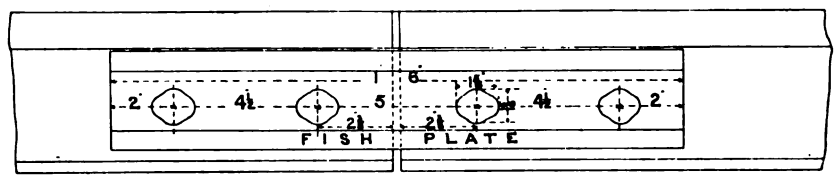
SECTION OF RAIL & FISH PLATES

FIG 2



BOLT

FIG 3



ELEVATION

FIG 6.

SPIKE

FIG 4.

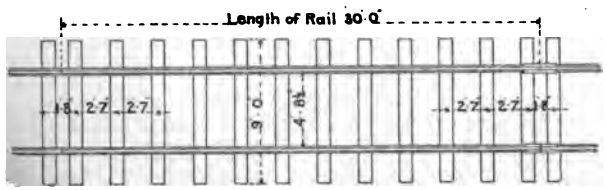
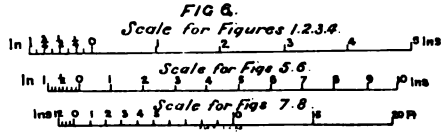


FIG 7



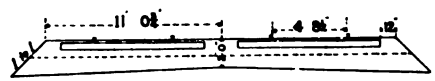


FIG 8

1ER EXPOSÉ (PAYS DE LANGUE NON ANGLAISE)

Par M. W. AST

CONSEILLER DE RÉGENCE I. ET R., DIRECTEUR DE LA CONSTRUCTION ET DE L'ENTRETIEN DE LA VOIE DU CHEMIN DE FER DU NORD EMPEREUR FERDINAND D'AUTRICHE

(*Traduction*) (1).

—

INTRODUCTION.

Le développement prodigieux pendant les vingt dernières années du mouvement sur les chemins de fer a fait naître parallèlement, de la part du public, des exigences croissantes relativement à la vitesse et à la commodité des voyages.

Le tableau ci-après montre les plus grandes vitesses atteintes dans différents pays par les trains express :

(*Texte original.*)

—

EINLEITUNG.

Die ausserordentliche Entwicklung und Vervollkommnung, welche der Eisenbahnverkehr in den letzten Decennien erfahren hat, steigerte auch die Anforderungen des Publicums hinsichtlich der Beschleunigung und der Bequemlichkeit des Reisens.

Ueber die in verschiedenen Ländern bei Schnellzügen thatsächlich erreichten Geschwindigkeiten gibt die folgende Tabelle eine Uebersicht.

(1) Cette traduction est due à M. DE BUSSCHERE, ingénieur en chef aux chemins de fer de l'État belge.

*

PAYS. (LÄNDER)	SECTIONS de LIGNES — (BEZEICHNUNG der THEILSTRECKE)	Longueur de ces sections en kilomètres (Länge dieser Theilstrecke Kilometer.)	Vitesses moyennes (Mittlere Fahrgeschwindigkeit) de marche d'après l'horaire, déduction faite des arrêts. (Fahrplanmässige Fahrgeschwindigkeit ausschliesslich Aufenthalte etc.)	Vitesses moyennes (Mittlere Fahrgeschwindigkeit) approximative après élimination de la perte de temps pour l'arrêt et le démarrage. (Approximative mittlere Geschwindigkeit nach Eliminirung der Zeitverluste beim Ab- und Anfahren.)	Vitesse maximum autorisée ou admise. (In den bezüglichen Ländern zulässige oder beobachtete maximale Geschwindigkeit.)
Autriche (Oesterreich)	Vienne-Lundenburg (Wien-Lundenburg)	83	67.2	70	90 (*)
Italie (Italien)	Piacenza-Modène (Piacenza-Modena)	110	68	72	80
Allemagne (Deutschland)	Berlin-Wittenberg (Berlin-Wittenberg)	159·4	82·5	84	90 (*)
Pays-Bas (Holland)	Amsterdam-La Haye (Amsterdam-Haag)	61	72	79·5	90
Belgique (Belgien)	Bruxelles-Ostende (Brüssel-Ostende)	120·9	72·5	81·5	100
France (Frankreich)	Paris-Amiens (Paris-Amiens)	131	81.9	83·4	120
Angleterre (England)	Londres-Grantham (London-Grantham)	169	83·3	84·6	120

(*) Maximum fixé par la loi. (Gezetzlich fixirtes Maximum.)

Les vitesses actuelles sont donc grandes, et cependant on entend partout émettre l'opinion — sans dire toutefois sur quoi on la base — qu'elles ne répondent plus aux exigences du trafic, et on annonce la mise en service sur une ligne anglaise d'une locomotive capable de remorquer des trains à la vitesse de 160 *km* à l'heure. On va même jusqu'à discuter, d'une manière académique il est vrai, la possibilité d'obtenir des vitesses de 200 *km* et au delà.

D'un autre côté, la diminution de la durée des voyages, obtenue grâce à ces grandes vitesses, n'a pas empêché le public d'être de plus en plus exigeant en ce qui concerne le confort

Gleichwol werden selbst die erreichten hohen Fahrgeschwindigkeiten in der öffentlichen Discussion — mit welcher Berechtigung bleibe wol vorerst dahingestellt — als den gegenwärtigen Verkehrsanforderungen nicht mehr entsprechend erachtet; und für einzelne Strecken einer englischen Bahn ist bereits die Inbetriebnahme von Locomotiven annoncirt, welche bis 160 *km* in der Stunde fahren sollen, ja es wird selbst die Möglichkeit einer Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit auf 200 *km* und darüber wenigstens academisch discutirt.

Obwol mit der Zunahme der Fahrgeschwindigkeiten die Reiseziele in kürzerer Zeit erreicht werden, so sind doch die Ansprüche in Bezug auf die Reisebequemlichkeit mehr und mehr

tures. Aussi ne devons-nous
r aucune surprise, lorsque nous
nos trains express composés en
partie de wagons-lits, de wagons-
ants et de wagons-salons, et le
nort de ces trains par voyageur
e deux et même trois fois celui
ins d'autrefois.

, en même temps qu'on amé-
e confort des voitures et qu'on
tait la rapidité des trajets, on
ait des tarifs facilitant les voya-
sorte qu'en fin de compte, on
vé à une augmentation notable
bre des grands express, et à un
sement tout à fait extraordinaire
tonnage brut.
la pression de ces circonstances,
ninistrations de chemins de fer
toutes parts, été amenées à intro-
ans la construction de la voie et
n exploitation les dispositions
ires pour pouvoir procurer au
des voyages plus rapides, plus
ables et moins coûteux qu'autre-
cela dans les mêmes conditions
mie et de sécurité.
cet ordre d'idées, il faut exami-
toute première ligne le mode
ssement de la voie, la construc-
le poids des moteurs, ainsi que
tions réciproques de la voie et
rges roulantes supportées.
ngrès international des chemins
pénétré de l'importance de ces
ns, en a fait, dès ses premiers
, l'objet de sa vive sollicitude.
nnexe VIII.)
blissement de la voie a notam-
ait l'objet de communications et

gewachsen, und wenn wir unsere Schnellzüge grossentheils mit Schlaf-, Restaurations- und Aussichtswagen ausgerüstet sehen, so darf es nicht Wunder nehmen, wenn sich das todte Gewicht eines solchen Zuges pro Passagier auf das Doppelte, ja selbst über das Dreifache der früheren Ausrüstung gesteigert hat.

Mit diesen Massnahmen für die Bequemlichkeit und Beschleunigung der Eisenbahnfahrten gingen endlich tarifarische Einrichtungen Hand in Hand, welche eine namhafte Erhöhung der Frequenz der Schnellzüge zur Folge hatten, aus welcher eine ungewöhnliche Steigerung des Bruttogewichtes solcher Eilzüge resultirt.

Diese Verhältnisse drängen die Bahnverwaltungen allerwärts zum Studium von Massnahmen, welche im Baue und im Betriebe erforderlich sind, um dem Verlangen nach schneller, bequemer und billiger Personenbeförderung in ebenso sicherer als ökonomischer Weise zu entsprechen.

Dabei kommen in erster Linie die Bauart der Geleise und die Construction und die Belastung der Fahrzeuge, sowie die Wechselwirkung zwischen Geleise und Fahrzeug in Frage.

Der internationale Eisenbahncongress hat die Wichtigkeit dieser Fragen erkennend, denselben seit Beginn seiner Wirksamkeit seine lebhafteste Aufmerksamkeit gewidmet. (Siehe Beilage VIII.)

Speciell den Bau der Geleise betreffende Verhandlungen und Discussionen

discussions ayant pour but l'étude de la superstructure, non seulement au point de vue de ses divers éléments, pris d'abord isolément, puis considérés dans leur ensemble, mais aussi au point de vue des actions réciproques de la voie et des charges en mouvement qu'elle doit supporter.

Le sujet traité dans le présent rapport, et qui répond à une question posée par le Congrès, est un nouveau chaînon de l'examen approfondi des circonstances rappelées ci-dessus.

Dans l'étude complexe des relations entre la voie et les véhicules supportés, la proposition suivante, qui se présente comme partie de la question, peut être précisée comme suit : Dans quelles limites le mode habituel de construction de la voie répond-il aux sollicitations actuelles, ou encore comment peut-on mettre ce mode de construction en rapport avec des fatigues plus élevées?

La Commission du Congrès international des chemins de fer a mis cette importante question au programme de la cinquième session qui doit se réunir à Londres en 1895, et elle l'a définie comme suit :

« Modèle de voie à adopter pour les lignes parcourues par les trains à grande vitesse.

« Renforcement graduel de la résistance des voies existantes, de manière à permettre l'augmentation de la vitesse des trains.

« A. Profil du rail. Détermination des efforts dynamiques supportés. Résultats d'expériences.

wurden sowol rücksichtlich der einzelnen Bestandtheile des Oberbaues, als auch rücksichtlich der Gesammtconstruction desselben, als endlich auch bezüglich der Wechselwirkung zwischen den rollenden Lasten und den Geleisen geführt und hierüber Beschlüsse gefasst.

Ein weiteres Glied in der Kette dieser die Erkenntniss der erwähnten Verhältnisse vertiefenden Erörterungen soll die vom Congresse gestellte Aufgabe sein, welche den Gegenstand der vorliegenden Abhandlung bildet.

Im Complexe der Verhältnisse zwischen dem Geleise und den rollenden Fahrzeugen stellt sich diese Aufgabe als eine Theilfrage dar, welche wir präcisiren möchten als die Frage: Inwieferne die übliche Bauart der Geleise den gegenwärtigen Beanspruchungen entspricht, beziehungsweise wie dieselbe erhöhten Ansprüchen anzupassen sei.

Die Commission des internationalen Eisenbahn-Congresses hat diese wichtige Frage auf die Tagesordnung der fünften Session, welche im Jahre 1895 in London abgehalten werden soll, gesetzt und die bezügliche Aufgabe wie folgt umschrieben :

« Aufstellung einer Geleise - Type (modèle) für Linien, welche mit grosser Zugsgeschwindigkeit befahren werden.

« Stufenweise Verstärkung des Widerstandes bestehender Geleise, um eine Vergrösserung der Zuggeschwindigkeit zu ermöglichen.

« A. Profil der Schiene, Bestimmung der dynamischen Wirkungen, Versuchsergebnisse.

« *B.* Conditions de fabrication et nature du métal des rails.

« Comparaison de l'acier mou avec l'acier dur.

« Acier produit par le procédé acide au convertisseur Bessemer, par le procédé basique au convertisseur, par l'un ou l'autre procédé au four Martin.

« *C.* Liaisons des rails. Fatigue supportée par les éclissages. Construction du joint qui assure le mieux la résistance uniforme de la voie dans toutes ses parties; rails à coussinets et rails Vignoles.

« *D.* Traverses : qualité, dimensions, écartement.

« *E.* Ballast : nature, conditions d'établissement. »

La Commission internationale a confié à l'auteur la tâche d'entreprendre l'étude de cette vaste question, et l'a chargé d'en rédiger l'exposé pour la cinquième session, en faisant fruit des communications et résultats d'observations que lui feraient parvenir les Administrations de chemins de fer du continent adhérentes au Congrès.

Dès les premières études préliminaires de cette proposition, nous avons eu la conviction que, dans l'état de la question, aucune solution précise ne peut en être donnée.

La difficulté provient de l'impossibilité dans laquelle on se trouve de séparer la voie du moteur. Ces deux facteurs forment un tout, dans lequel l'équilibre entre la sollicitation et la résistance est subordonné, en ce qui concerne cette

« *B.* Bedingungen für die Erzeugung und die Eigenschaften des Schienenmaterials.

« Vergleichung des weichen mit dem harten Stahl.

« Herstellung des Stahls durch den sauern Process im Bessemerverfahren, durch den basischen Process oder durch den einen oder andern Process im Martinofen.

« *C.* Verbindung der Schienen. Anstrengung der Laschen. Construction der Stossverbindung, welche die gleichmässige Widerstandsfähigkeit des Geleises an jeder Stelle desselben sichert; bei Stuhl- und Vignolschienen.

« *D.* Querschwellen. Eigenschaften, Abmessungen und Entfernung von einander.

« *E.* Bettung. Beschaffenheit und Anbringung.

Die internationale Commission hat den Verfasser mit dem Auftrage betraut, das Studium dieses umfangreichen Gegenstandes zu übernehmen und auf Grund der von den dem Congresse angehörigen Bahnverwaltungen des Continentes etwa eingehenden Mittheilungen und Erfahrungsergebnissen das Referat an den fünften internationalen Eisenbahn-Congress zu erstatten.

Schon bei den ersten Vorarbeiten für diese Aufgabe drängte sich die Ueberzeugung auf, dass eine präcise Lösung der gestellten Aufgabe derzeit nicht gegeben werden kann.

Die Schwierigkeit liegt in dem Umstande, dass Geleise und Fahrzeug ein untrennbares Ganzes darstellen, und dass das innerhalb dieser Einheit etwa hergestellte Gleichgewicht zwischen Angriff und Widerstand rücksichtlich des

dernière, à des limites naturelles, tandis que la sollicitation peut à volonté, et souvent sans qu'on s'en doute, être poussée au delà de ses limites, par l'adoption de mesures dépendant uniquement de l'initiative particulière.

La relation qui existe entre les sollicitations dues au moteur en mouvement et la résistance de la voie, est rendue encore plus complexe par le fait que, dans un moteur à vapeur, les actions dynamiques éprouvent des variations dues à la circonstance que la raideur de la voie n'est pas uniforme en ses différents points.

De là résulte que, pour traiter la question posée, il faut disposer non seulement des données relatives à la voie et à ses divers éléments, mais aussi de celles qui concernent le genre et le mode de construction des véhicules, principalement des locomotives, et également de celles qui sont relatives au nombre et à la charge des trains et à leur vitesse.

Il faut, de plus, faire entrer en ligne de compte les données qui permettent de juger comment se comporte la voie, au point de vue de sa résistance contre les actions sollicitantes. Comme critérium des données relatives à ce dernier point, on peut, en vertu du principe que les meilleures constructions sont celles qui réclament le moins de dépenses d'entretien, dire que les données qui s'indiquent en tout premier lieu, comme devant entrer en ligne de compte, sont la fréquence plus ou moins grande des travaux d'entretien de la voie, le nombre de journées consacrées à cet entretien et enfin le salaire payé pour elles.

letzteren an gewisse natürliche Grenzen gebunden ist, während der erstere durch spontane Massregeln willkürlich — häufig unbewusst — über diese Grenzen hinaus gestört werden kann.

Das zwischen dem Angriff der bewegten Fahrzeuge und dem Widerstande eines Geleises bestehende Verhältniss wird durch den Umstand noch complicirter, dass die bei den mit Dampf betriebenen Fahrzeugen auftretenden dynamischen Wirkungen durch das grössere oder geringere Mass der Steifigkeit der Geleiseconstructionen eine Veränderung erfahren.

Es sind daher für die Bearbeitung des Gegenstandes ausser der Kenntniss der Daten über die Anlage der Bahn und über ihre Einzelconstructionen noch Mittheilungen wünschenswerth über die Gattung und Bauart der Fahrzeuge, hauptsächlich der Locomotive; über die Anzahl und Belastung der Züge und ihre Fahrgeschwindigkeit.

Ueberdies sind Angaben in Betracht zu ziehen, welche ein Urtheil ermöglichen über das Verhalten jeder Bahn hinsichtlich ihrer Widerstandsfähigkeit unter ihrer Beanspruchung. Als ein derartiges Kriterium erweisen sich nach dem Grundsatze, dass die bessere Construction geringeren Erhaltungsaufwand erheischt, Angaben über die Häufigkeit der Geleiseerhaltungsarbeiten und den hiebei gemachten Aufwand an Tagschichten, sowie an ausbezahlten Löhnen ziemlich brauchbar.

Il est nécessaire de connaître à la fois la somme dépensée en journées et le taux des salaires, car comme on ne dispose pas partout d'ouvriers également intelligents et que le taux des salaires varie d'un pays à l'autre, la seule donnée des journées ou celle des dépenses en salaires ne suffit pas pour le but en vue.

Enfin, on ne peut perdre de vue que sur certaines lignes on rencontre des systèmes particuliers de voie généralement peu connus; que, d'autre part, des Administrations de chemins de fer possèdent, sur la manière dont se comporte leur voie, des résultats d'expériences ou d'observations qui peuvent être de la plus grande utilité pour l'exposé dont nous avons à nous occuper, et dont il est par conséquent désirable d'avoir connaissance.

Nous avons été amenés, pour obtenir les diverses données énumérées ci-dessus, à envoyer aux Administrations de chemins de fer un questionnaire assez étendu, mais, pour éviter qu'elles se livrent à un travail sans utilité, nous avons spécifié que, pour répondre à l'esprit de la question, les renseignements à fournir devaient uniquement s'appliquer aux lignes parcourues par des *trains de grande vitesse*.

C'est d'après l'ensemble des considérations qui précèdent que nous avons rédigé le questionnaire qu'on trouvera à l'annexe, et qui a été transmis à toutes les Administrations de l'Europe continentale avec prière de bien vouloir répondre à ses différents points.

Die Kenntniss des Aufwandes an Arbeitertagen und an Geldbeträgen ist deshalb nöthig, weil bei der Verschiedenheit sowol der Intelligenz der verfügbaren Arbeiter, als der ortsüblichen Taglöhne die Angabe der Arbeitertage allein oder nur der Geldbeträge dem gegenständlichen Zwecke nicht genügt.

Schliesslich ist in Betracht zu ziehen, dass bei einzelnen Bahnen besondere Constructionen ausgeführt sind, welche nicht allgemein bekannt sind, dass ferner einzelne Bahnverwaltungen durch Versuchsergebnisse oder durch Beobachtungen im Betriebe im Besitze von speciellen Kenntnissen über das Verhalten der Geleise sind, deren Bekanntgabe erwünscht sein kann und für die Ausarbeitung des in Rede stehenden Referates werthvolles Material darbietet.

Die Nothwendigkeit der vorstehend bezeichneten Angaben bedingte eine grosse Anzahl an die Bahnverwaltungen zu richtender Fragen, und es war geboten, um eine zwecklose Mühewaltung zu vermeiden, diese nur für solche Bahnstrecken zu erbitten, welche im Sinne der Fragestellung *mit grosser Zugsgeschwindigkeit* befahren werden.

Die Gesammtheit dieser Erwägungen führte zur Aufstellung des in der Beilage IX aufgeführten Fragebogens, welchen wir an die Verwaltungen der festländischen europäischen Bahnen mit der Bitte um Beantwortung dieser Fragen gesendet haben.

Ire SECTION.

Examen des réponses envoyées par les Administrations.

GÉNÉRALITÉS. — Seize grandes Administrations de chemins de fer nous ont envoyé des réponses relatives à des lignes à express dont la longueur totale est de 20,000 *km*; elles donnent des renseignements :

Sur l'intensité de la fatigue due à la circulation;

Sur le mode de construction des moteurs et la composition des trains;

Sur la construction de la voie;

Sur la fréquence et le coût des travaux d'entretien de la voie;

Sur les observations faites relativement à la manière dont se comporte la voie et ses éléments;

Sur les dispositions adoptées pour donner une plus grande résistance aux voies en question.

Faute de pouvoir reproduire tels quels les renseignements fournis par toutes les Administrations, nous avons parfois été obligé de déduire les données concernant certaines d'entre elles de leurs instructions et livrets réglementaires; de même nous avons été parfois obligé, pour donner dans les tableaux dressés au moyen des données fournies, une idée d'ensemble de ces dernières, de remplacer les valeurs de détail par des valeurs moyennes.

Nous avons, dans le but de rendre ces données plus facilement comparables, consigné dans l'annexe IX celles

I. ABSCHNITT.

Bearbeitung der von den Verwaltungen eingegangenen Antworten.

ALLGEMEINES. — Es liegen uns Mittheilungen von 16 grossen Bahnverwaltungen über Schnellzugslinien von circa 20,000 *km* Länge vor, und geben dieselben Anhaltspunkte :

Ueber die Intensität der Beanspruchung durch den Verkehr;

Ueber die Bauart der Fahrbetriebsmittel und die Zusammensetzung der Zugsgarnituren;

Ueber die Construction der Geleise;

Ueber die Häufigkeit und die Kosten der Geleiseunterhaltung;

Ueber die über das Verhalten des Materiales und der Construction im Betriebe gemachten Beobachtungen, endlich

Ueber getroffene Massnahmen zur Erzielung höherer Leistungsfähigkeit vorhandener Geleiseconstructionen.

Bei Wiedergabe dieser Mittheilungen mussten wir uns zum Theil auf Auszüge aus den uns übersendeten Instructionen und Normalienbüchern beschränken, — ebenso mussten wir, um die Uebersichtlichkeit der Vorführung der gelieferten Daten zu wahren, statt der detaillirten Originalangaben, approximative Mittelwerthe in die bezügliche Zusammenstellung aufnehmen.

Um eine leichte Vergleichung der Angaben der einzelnen Bahnverwaltungen zu ermöglichen, haben wir die

ıous ont paru les plus importantes.

rsqu'une Administration nous ren-
ıait plusieurs systèmes de super-
:ture, nous avons toujours consi-
comme son système normal celui
était le plus robuste ou encore
qui était le plus récent, même
le cas où ce dernier n'avait encore
ıpplıqué que sur de courtes lon-
rs.
ı examen des renseignements com-
iqués montre qu'ils se rapportent
s lignes sur lesquelles la vitesse
trains express varie entre 40 et
m, et que la circulation kilomé-
ıe annuelle y varie pour les trains
ɔute nature entre 4,000 et 31,000
ıs, et pour les express entre 900
600 trains. Ces lignes ont donc des
ues comprises entre des limites très
lues, et cela ne rend guère possible
comparaison simple des construc-
ı choisies et des mesures adoptées.

ımme second élément à faire inter-
pour l'appréciation des systèmes
oie, nous avons le *mode de con-*
:tion des moteurs et la composition
'ames des trains.
ıs données relatives à ce point sont
'ées schématiquement dans la repré-
ıtion graphique de l'annexe X et
y sont condensées dans un tableau
ɔermet d'embrasser l'ensemble des
ɔsitions se rencontrant en pra-
ɛ sous le rapport des moteurs et de
ɔmposition des trains.
ıs représentations et ce tableau
ı montrent que l'essieu moteur le

wichtigsten derselben in Beilage IX zusammengestellt.

Es ist hiebei auf die neuesten und stärksten Constructionen vorwiegend Bedacht genommen worden auch dann, wenn dieselben in Folge der kurzen Zeit ihrer Einführung auf den betreffenden Linien nur in kürzeren Theilstrecken in Verwendung genommen sind.

Eine Prüfung der vorliegenden Mittheilungen ergibt, dass sich dieselben auf Linien beziehen, auf welchen Schnellzüge mit durchschnittlichen Geschwindigkeiten von circa 40 bis 80 *km* verkehren und dass die Anzahl der Züge jeder Art, welche per Jahr durchschnittlich über jedes Kilometer Gleis derselben gerollt sind, zwischen 4,000 und 31,000, jene der Schnellzüge zwischen 900 bis 3,600 schwankt, dass demnach die Beanspruchung dieser Bahnen in weiten Grenzen liegt und deshalb ein unmittelbarer Vergleich der gewählten Constructionen und getroffenen Massnahmen nicht möglich ist.

Für die Beurtheilung der Oberbauconstructionen ist zunächst die *Bauart der Fahrbetriebsmittel und die Zusammensetzung der Zugsgarnituren* in Betracht zu ziehen.

Diesbezüglich gibt Beilage X auch eine Reihe schematischer Darstellungen und die angeführte Zusammenstellung der erhaltenen Angaben gibt eine Uebersicht über die wesentlichsten Verhältnisse der Betriebsmittel und Zugsgarnituren.

Es ist hieraus zu entnehmen, dass dermalen im Schnellzugsverkehre der

plus chargé des diverses locomotives qui font actuellement le service des express sur les lignes mentionnées a un poids adhérent compris entre 12·5 tonnes (État français) et 15·8 tonnes (chemin de fer du Gothard); le poids total de ces locomotives est compris entre 35 et 65 tonnes; elles ont de 3 à 5 essieux, et l'écartement maximum des essieux moteurs est de 3·0 *m*.

La plupart de ces locomotives ont 2 essieux couplés et, à l'avant, 1 bogie à 2 essieux. Dans quelques locomotives à 4 essieux, les 2 essieux extrêmes sont porteurs et les 2 essieux couplés se trouvent au milieu.

Il n'y a guère que les chemins de fer de l'État belge qui desservent des lignes à fortes rampes au moyen de machines à 3 essieux couplés et à essieu porteur à l'avant avec boîtes radiales. Ces machines, comme d'ailleurs les nouvelles locomotives du Nord français, ont leurs cylindres intérieurs, tandis que toutes les autres locomotives décrites sont à cylindres extérieurs.

Le poids de la locomotive avec son tender varie entre 55 et 84·6 tonnes.

Les trains que ces locomotives remorquent en service d'express ont de 15 à 38 essieux de voitures, et leur charge brute est comprise entre 100 et 200 tonnes. Les voitures sont à 2, 3 ou 4 essieux. Celles à 4 essieux sont des voitures à bogies.

Le plus grand écartement de roues dans les voitures à 2 essieux est de 5·0 *m*. et la plus grande charge d'essieu d'une voiture est de 8 tonnes.

genannten Bahnen *Locomotiven* mit einer maximalen Belastung der Triebräder von 12·5 Tonnen (französ. Staatsbahn) bis 15·8 Tonnen (Gotthardbahn) in Verwendung stehen und das Gesammtgewicht dieser Locomotiven — welches zwischen 35 Tonnen bis 65 Tonnen beträgt — auf 3 bis 5 Achsen, mit einem grössten Achsstande der Triebachsen von 3·0 *m*, vertheilt ist.

Zumeist sind diese Locomotiven mit vorderen 2achsigen Drehgestellen und zwei gekuppelten Achsen versehen, oder es sind vorne und rückwärts je eine verschiebbare Laufachse und zwei mittlere Kuppelachsen angeordnet.

Lediglich die belgischen Staatsbahnen haben auf Linien mit starken Steigungen auch Locomotiven mit *einer* verschiebbaren Vorderachse und *drei* gekuppelten Achsen in Verwendung. Bei diesen Maschinen, sowie bei den neuen Locomotiven der französischen Nordbahn liegen die Dampfcylinder *innen*, bei allen anderen beschriebenen Constructionen *ausserhalb* des Rahmens.

Das Gesammtgewicht von Locomotive und Tender wird zwischen 55 bis 84·6 Tonnen beziffert.

Mit diesen Locomotiven werden im Schnellzugsverkehre Zugsgarnituren von durchschnittlich 15 bis 38 Wagenachsen befördert, welche ein Bruttogewicht von durchschnittlich 100 bis 200 Tonnen repräsentiren. Die Wagen sind 2, 3 oder 4-achsig – in letzterem Falle mit Drehgestellen.

Der grösste Radstand 2-achsiger Wagen ist mit 5·9 *m*, die grösste Achsbelastung mit 8 Tonnen angegeben.

Si l'on met en regard les données relatives aux types de locomotives avec celles relatives aux vitesses, on constate que les Administrations où la charge maximum habituelle par essieu a été portée de 14 à 15·8 tonnes, sont celles qui ont sur des lignes à profil défavorable des express roulant à une vitesse moyenne supérieure à 60 kilomètres.

Rails et traverses. — Nous passerons outre à la question de savoir si ces vitesses plus élevées ne pouvaient être réalisées que par un mode de construction des moteurs conduisant à une plus grande charge d'essieu, et nous chercherons immédiatement à comparer, au point de vue de la fatigue de la voie, les données relatives à sa construction.

Nous avons consigné dans les tableaux annexes I et II les dimensions des éléments principaux (rails, traverses, joint) des superstructures appartenant aux diverses Administrations renseignées, et nous les avons groupées en deux séries suivant que la remorque des express se fait au moyen de machines ayant des charges d'essieux inférieures ou supérieures à 14 tonnes.

Les chiffres qui figurent dans le tableau de l'annexe I en dénominateur sous les rubriques hauteur, moment d'inertie et moment résistant, correspondent à l'état d'usure que le rail doit atteindre pour être mis hors de service.

Le tableau montre que sur des lignes sur lesquelles on rencontre des charges de roues comprises entre 6,250 et

Vergleicht man die Angaben über die Maschinentypen mit jenen über die Fahrgeschwindigkeiten, so ist zu erkennen, dass die Erhöhung des bisher üblichen maximalen Achsdruckes von 14 Tonnen bis auf 15·8 Tonnen bei jenen Bahnen stattfand, bei welchen die *mittlere* Fahrgeschwindigkeit der Schnellzüge — auf Linien mit ungünstigen Neigungsverhältnissen — 60 *km* in der Stunde überschritten hat.

Schienen und schwellen. — Es muss vorerst dahingestellt bleiben, ob die höheren Fahrgeschwindigkeiten nur durch eine Bauart der Maschinen zu ermöglichen waren, welche zu einer Erhöhung der Achsdrücke führte, und soll zunächst versucht werden, die vorliegenden Angaben über die Construction der Geleise mit Rücksicht auf deren Inanspruchnahme zu vergleichen.

In den Tabellen (Beilage I und II) sind die Angaben über die Hauptelemente der Geleiseconstruction : Schienen, Schwellen und Stossverbindung, gruppirt nach Eilzugsgeleisen, welche mit Maschinen von Achsdrücken *unter* und *über 14 Tonnen* befahren werden, und ergibt sich daraus folgende Betrachtung.

Die unter einem Bruchstriche fungirenden Ziffern für die Höhe, das Trägheits- und Widerstandsmoment des Querschnitts entsprechen dem Zustande der Abnützung zur Zeit der Aussergebrauchstellung der Schiene.

Aus der Tabelle (Beilage I) ist zu ersehen, dass auf Linien mit Raddrücken von 6,250-7,000 Tonnen Schienen in

7,000 *kg*, on met en œuvre des rails dont le poids est compris entre 33 et 42·5 *kg*, le moment d'inertie entre 863 et 1,260, et le moment résistant entre 135 et 200.

Les lignes où l'on rencontre des charges de roues supérieures à 7 tonnes ont des rails dont le poids est compris entre 36 et 52 *kg* et dont le moment d'inertie est compris entre 997 et 1,769 et le moment résistant entre 148·8 et 240.

On peut constater une tendance générale à porter au delà de 40 *kg* le poids par mètre courant du rail.

En règle générale, les rails sont en acier coulé fabriqué d'après le procédé Bessemer ou le procédé Martin. Dans les rails Vignoles, la résistance à la rupture (extension) n'est pas inférieure à 5,550 *kg* et atteint par contre 6,700 *kg*. Les allongements varient entre 20 et 14 p. c. L'acier des rails des chemins de fer égyptiens a une résistance de 6,700 à 7,200 *kg* avec un allongement de 11 p. c.

L'acier des rails à double bourrelet est d'ordinaire plus dur que celui des rails Vignoles, et les Administrations qui emploient ces profils de rail renseignent des résistances variant entre 7,000 et 9,000 *kg* et des extensions de 4 à 11 p. c.

Il y a une tendance à employer des aciers durs avec une limite d'élasticité très élevée.

La majorité des Administrations emploie des traverses en bois. Deux Administrations seulement font usage des traverses métalliques en acier doux

Verwendung sind, deren Gewichte zwischen 33 *kg* und 42·5 *kg* pro Meter schwanken, während das Trägheitsmoment des Querschnitts in den Grenzen von 863 bis 1,260, und das Widerstandsmoment zwischen 135 und 200 sich bewegt.

Bei den Linien auf welchen Achsdrücke von über 7 Tonnen zugelassen sind, kommen Einheitsgewichte der Schienen zwischen 36 *kg* und 52 *kg* per Meter vor, die Trägheitsmomente sind in den Grenzen zwischen 997 und 1,769, die Widerstandsmomente zwischen 148·8 und 240.

Im Allgemeinen ist eine Tendenz auf Erhöhung der Schienengewichte über 40 *kg* bemerkbar.

Das Material für Schienen ist meist Flussstahl nach dem Bessemer- oder Martinverfahren hergestellt. Bei den Vignolesschienen beträgt die Zerreissfestigkeit des Materials nicht unter 5,500, dagegen bis 6,700 *kg* bei Dehnungen von 20 bis 14 %; bei den egyptischen Bahnen wird sogar Stahl von 6,700-7,200 *kg* Festigkeit bei einer Dehnung bis 11 % verwendet.

Der Stahl für Doppelkopfschienen wird gewöhnlich härter genommen, als für Vignolesschienen, und die betreffenden Verwaltungen geben hiefür 7,000-9,000 *kg* Festigkeit und Dehnungen von 4-11 % an.

Es besteht die Tendenz zur Verwendung harter Stahlgattungen, deren Elasticitätsgrenze sehr hoch liegt.

Die Mehrzahl der Verwaltungen hat hölzerne Schwellen, lediglich zwei derselben melden die Verwendung von Metallschwellen, welche letztere aus

d'une résistance de 4,500 à 4,800 *kg*.

Les supports en forme de cloches encore dans les voies des chemins de fer égyptiens, sont remplacés au fur et à mesure par des traverses.

Les dimensions des traverses montrent une grande diversité.

La longueur varie entre 2.40 *m* et 2.72 *m*, la moyenne est 2.60 *m*.

La largeur varie entre 20 *cm* et 30 *cm*, la moyenne est de 25 *cm* et la caractéristique de la matière de la section $\frac{E'I'}{10^8}$ est comprise entre 2·85 et 7·7; en moyenne, elle est de 5·3.

Les renseignements communiqués par les Administrations dénotent une tendance marquée à l'allongement des traverses. La traverse normale anglaise est celle qui a la plus grande longueur, 2·72 *m*; et le chemin de fer égyptien emploie également, à titre d'essai, des traverses de cette longueur.

En ce qui concerne la largeur des traverses, on ne constate aucune tendance particulière à les prendre plus fortes. Au contraire, on semble constater plutôt que quelques Administrations veulent prendre des traverses plus étroites, sauf à augmenter leur nombre.

Espacement des traverses. — Le nombre des traverses employées se déduit de leur espacement, qui constitue la donnée importante de la construction de la voie.

Dans les nouvelles poses pour voies à express, l'espacement varie entre 72·3 *cm* et 98·4 *cm*. Le chiffre moyen est de 83 *cm*.

weichem Stahle mit Festigkeitsziffern von 4,500 bezw. 4,800 erzeugt werden.

Die bei der egyptischen Eisenbahn noch vorhandenen glockenförmigen Einzelunterlagen werden successive durch Querschwellenconstructionen ersetzt.

Die Dimensionen der Querschwellen weisen eine grosse Mannigfaltigkeit auf; es wechseln jene der Länge zwischen 2·4 *m* und 2·72 *m* und sind im Mittel 2·6 *m*, der Breite zwischen 20 *cm* und 30 *cm* und sind im Mittel 25 *cm*; auch die Charakteristik des Materialquerschnittes $\frac{E'I'}{10^8}$ wechselt zwischen 2·85 und 7·7 und ist im Mittel 5·3.

Aus den Berichten der Bahnverwaltungen ist eine entschiedene Tendenz ersichtlich, die Schwellenlänge zu vergrössern. Die grösste Länge weist die englische Normalschwelle mit 2·72 *m* auf, wie solche bei den egyptischen Bahnen als in probeweiser Verwendung stehend aufgeführt werden.

Bei den Breiten der Schwellen ist eine besondere Tendenz, die Dimension zu vergrössern, nicht wahrnehmbar; es dürfte eher bei einzelnen Verwaltungen das Bestreben vorhanden sein, schmälere Schwellen, selbe aber in grösserer Anzahl zu verwenden.

Schwellenabstand. — Die Zahl der verwendeten Schwellen wird aber durch den Schwellenabstand bestimmt, welcher ein wichtiges Element im Geleisebaue darstellt.

Bei den neueren Geleiseconstructionen für den Schnellzugsverkehr bewegen sich die Schwellenabstände zwischen 72·3 *cm* und 98·4 *cm*, die mittlere Ziffer ist 83 *cm*.

Il y a une tendance visible à diminuer cet espacement, et on a adopté ainsi la véritable disposition pour augmenter la résistance et la raideur de la superstructure, et obtenir une meilleure fixation du rail sur les traverses.

Fixation des rails sur les traverses. — La plupart des Administrations fixent les rails directement sur les traverses. Il n'y en a que quatre qui ont séparé la fixation propre du rail, de la fixation sur la traverse. Cette dernière fixation a lieu pour toutes les Administrations au moyen de crampons, chevilles et surtout de tire-fond, à qui on donne de plus en plus la préférence.

L'assemblage des rails avec la traverse en fer se fait au moyen de plaques de serrage et de boulons à tête plate.

La plupart des Administrations qui emploient le rail Vignoles interposent entre le rail et la traverse une selle, qui a ordinairement ses faces parallèles lorsqu'il s'agit de traverses en bois, mais qui a toujours avec les traverses en fer sa face supérieure inclinée afin de donner au rail son inclinaison.

Une Administration renseigne l'emploi de plaques de feutre goudronné destinées à préserver la surface d'assise du rail. En outre, elle accorde une valeur spéciale à l'assemblage au moyen de trois tire-fond.

Deux Administrations ont renoncé à l'emploi de selles; l'une cloue directement ses rails Vignoles sur la face sabotée des traverses, l'autre fixe direc-

Die Tendenz ist ersichtlich diese Schwellenabstände allerwärts zu vermindern, — und man ist damit auf gutem Wege die Tragfähigkeit, die Steifigkeit des Geleises und die bessere Befestigung zwischen Schwelle und Schiene herbeizuführen.

Die befestigung der schiene auf der schwelle. — Die Mehrzahl der Verwaltungen befestigt die Schiene direct auf der Schwelle, und nur vier Verwaltungen haben die eigentliche Schienenbefestigung von der Befestigung auf der Schwelle getrennt. Die letzterwähnte Befestigung auf der Schwelle geschieht bei allen Verwaltungen mit Hakennägeln oder Tirefonds, — und unter diesen beiden Mitteln wird dem letzteren mehr und mehr der Vorzug gegeben.

Die Schienenbefestigung auf Eisenschwellen wird mit Klemmplatten und Fussschrauben bewirkt.

Die Vignolesschiene erhält auf ihrem Auflager auf der Schwelle bei den meisten Verwaltungen eine eiserne Unterlagsplatte, welche bei den Holzschwellen häufig, bei den Eisenschwellen aber immer keilförmig hergestellt wird, um die Schienenneigung zu vermitteln.

Eine Verwaltung meldet die Verwendung von Unterlagsplatten aus getheertem Filz, welche zur Schonung der Schwellenauflagerfläche dienen. Hiebei wird auf die Befestigung mit drei Tirefonds speciell Werth gelegt.

Von der Verwendung der Unterlagsplatten sehen ab : eine Verwaltung, welche die Vignolesschiene direct auf das gedexelte Holzschwellenlager auf-

tement le rail sur la traverse en acier préalablement coudée suivant l'inclinaison du rail.

Les Administrations qui séparent la fixation des rails de celle sur la traverse emploient des coussinets en fonte avec coins en bois ou en fer, et ces Administrations ne mettent en œuvre que des rails à double champignon.

C'est également dans le but d'isoler la fixation des rails Vignoles que le chemin de fer du Nord Empereur Ferdinand, et quelques autres chemins de fer faisant partie de l'Union des chemins de fer allemands, emploient, à titre d'essai, soit des plaques de tension, soit des plaques à mâchoires avec cales de serrage (fig. 1).

Un chemin de fer italien déclare [1] que sur une ligne fortement chargée, elle se propose de réaliser la fixation des rails Vignoles au moyen de coussinets en fonte et de coins en bois.

Il n'y a aucun doute, et cela a été démontré, que, lorsque les vitesses sont grandes, la fixation directe des rails sur les traverses, avec ou sans interposition de selles, ne permet pas d'atteindre le résultat désiré. On reconnaît, à la lecture des renseignements fournis, que les Administrations cherchent à combattre ce désavantage de la fixation directe par une augmentation du nombre des points de fixation.

Lorsque l'on compare un ancien système de pose, dans lequel les rails sont fixés avec 2 crampons ou tire-fond tous les 98 *cm*, avec un système de pose plus récent, où les rails sont fixés au moyen

[1] *Revue générale*, septembre 1894.

nagelt und eine Verwaltung, welche die Vignolesschiene auf der nach der Neigung der Schiene aufgebogenen Eisenschwelle befestigt.

Jene Verwaltungen, welche die Schienenbefestigung trennen von jener auf die Schwelle, verwenden Chairs aus Gusseisen mit Keilen aus Holz oder Eisen, und diese Verwaltungen haben Doppelkopfschienen.

Die Kaiser Ferdinands-Nordbahn und einige Bahnen des Vereins deutscher Eisenbahnen verwenden in der gleichen Absicht um die Befestigung von Vignolesschienen zu isoliren, versuchsweise Spannplatten und Krempenplatten mit Klemmplatten (fig. 1).

Von einer italienischen Bahn wird gemeldet [1], dass sie für eine stark beanspruchte Linie die Befestigung der Vignolesschiene mit Gusseisenchairs und Holzkeilen bewirkt.

Es ist kein Zweifel und wiederholt nachgewiesen, dass bei Anwendung grosser Geschwindigkeiten die directe Befestigung der Schiene auf den Schwellen — ob mit oder ohne Unterlagsplatte — nicht ausreichend ist. Man erkennt aus den Berichten der Verwaltungen das Streben diesen Nachtheil der directen Befestigung durch eine Vermehrung der Befestigungsmittel wett zu machen.

Wenn ältere Oberbauconstructionen vorgeführt werden, bei welchen die Schiene in Abständen von 98 *cm* mit je zwei Nägeln oder Tirefonds befestigt war, und wenn man diese vergleicht

[1] *Revue générale*, Sept. 1894.

Plaques à mâchoires du chemin de fer du Nord Empereur Ferdinand pour rail Vignoles.
(Stuhlplattenoberbau der Kaiser Ferdinands-Nordbahn für Breitfussschienen.)

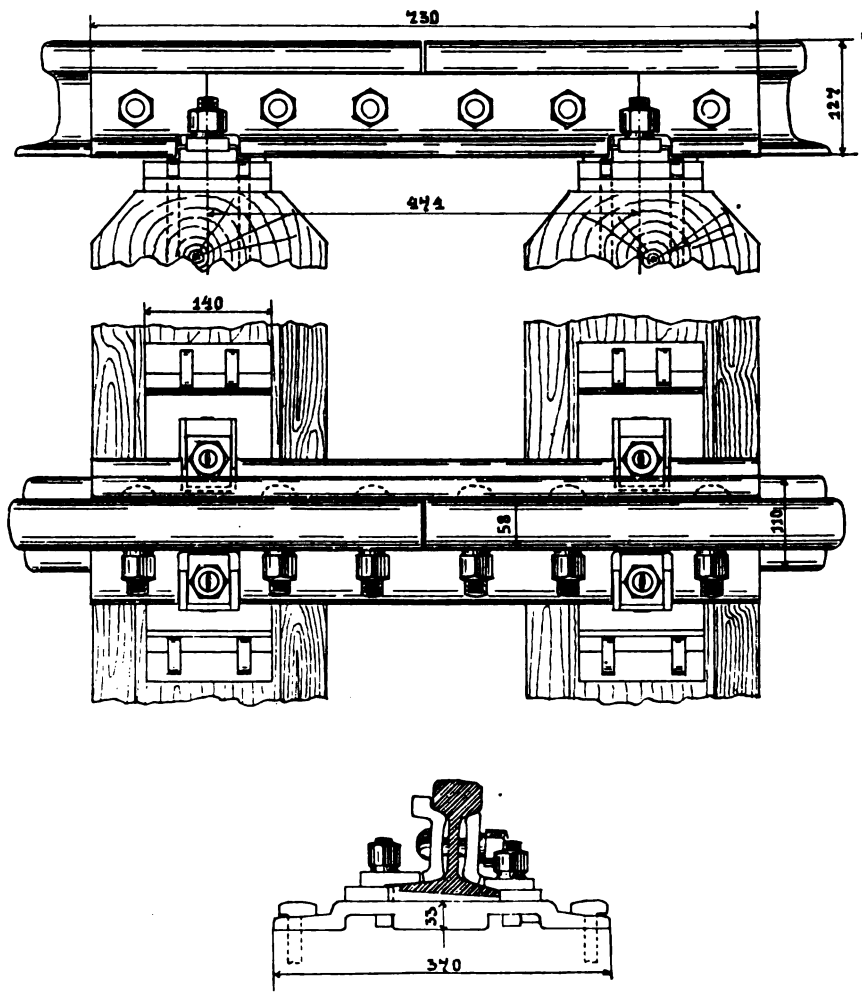


Fig 1.

de 4 tire-fond sur des traverses espacées de 72 *cm*, on reconnaît que, par kilomètre de voie, il y a dans le premier cas 1,091 points de fixation avec 2,184 crampons ou tire-fond, et dans le second 1,500 points de fixation avec 6,000 tire-fond.

Si l'on considère que cette augmentation du nombre de points d'appui a pour résultat une réduction de la charge de rail, on arrive à la conclusion, que cette mesure a pour conséquence de réduire la sollicitation éprouvée par les divers moyens d'attache, dans une proportion qui tient compte du mode plus incomplet mais aussi plus économique de la fixation.

Au sujet du système de fixation au moyen de coussinets en fonte, on doit mentionner une tendance à l'augmentation du poids de ces coussinets et à la réduction de l'espacement des traverses.

Le motif est le même que celui qui doit conduire à une augmentation du nombre de tire-fond ou crampons. Dans les anciennes constructions de voie, avec traverses espacées de 98 *cm*, les actions dynamiques élevées, qui au passage des express s'ajoutaient aux charges de roues, produisaient sur les surfaces d'appui des traverses des charges de rails très grandes pour lesquelles les anciens coussinets n'étaient plus suffisants.

Par le renforcement des coussinets, on a cherché à tenir compte de la fatigue plus grande due à la charge de rail, et on a cherché en même temps, par le rapprochement des traverses, à réduire la grandeur de cette charge de

mit einer neueren Construction, wo die Schiene in Abständen von 72 *cm* auf der Schwelle mit je vier Tirefonds befestigt wird, so hat man im ersten Falle 1,091 Befestigungsstellen mit 2,184 Nägeln oder Tirefonds, im anderen Falle aber 1,500 Befestigungsstellen mit 6,000 Tirefonds pro Kilometer Geleise.

Beachtet man, dass mit der Vermehrung der Stützpunkte ausserdem eine Verringerung des Schienendruckes herbeigeführt wird, so hat diese Massregel die Bedeutung, die Angriffe auf die einzelnen Befestigungsmittel auf ein Mass herabzumindern, welches der unvollkommeneren aber billigeren Befestigungsweise angemessen ist.

Bezüglich der Befestigungsweise mit Chairs aus Gusseisen ist über die Tendenz berichtet worden, die Gewichte der Chairs zu vergrösseren, — und die Schwellenabstände zu vermindern.

Der Grund ist derselbe, welcher zur Vermehrung der Tirefonds und Nägel führen musste. Die älteren Constructionen der Geleise mit den Schwellenabständen von 98 *cm* erlitten unter der Erhöhung der Druckwirkungen, welche die Radlast durch den Schnellzugsverkehr verstärkte, einen sehr grossen Schienendruck auf das Auflager der Schwelle, welchem die älteren leichten Chairs nicht mehr gewachsen waren.

Durch die Verstärkung dieser Chairs suchte man den stärkeren Inanspruchnahmen durch den Schienendruck zu begegnen — und durch die Näherrükkung der Schwellen will man die Grösse dieses Schienendruckes, und nicht in

[illegible] la pression du [illegible]

[illegible] DU RAIL.

[illegible] de chemins de [illegible] les renseignements [illegible] dispositions spéciales [illegible] rail qui ont pour [illegible] à [illegible] sous le passage [illegible] dans des courbes de [illegible] mètres.

[illegible] dispositions :

[illegible] Seidle, dont l'emploi a donné de bons résultats sur la [illegible] autrichienne-hongroise des chemins de fer de l'État, et [illegible] au moyen de réunir transversalement les deux files de rails ;

[illegible] de blocchets en bois cloués [illegible] à l'extérieur de la voie, [illegible] le rail, de façon à prévenir son [illegible] ;

L'augmentation dans la partie en courbe du nombre de tire-fond et aussi celle du nombre des traverses ;

L'emploi dans les voies Vignoles de [illegible] ou de plaques de serrage sur certaines traverses ou sur toutes celles de la courbe.

Pour empêcher le cheminement de la voie entière dans les pentes, on emploie sur la section de Pistoja à Bologne (Italie) des pièces de bois réunissant plusieurs traverses, soit entre les deux files de rails, soit à l'extérieur entre les files et les banquettes ; on emploie, pour empêcher le déplacement de la voie dans les courbes, des pieux en bois fichés en terre contre l'extrémité des traverses du côté extérieur des courbes.

letzter Linie die Grösse des Bettungsdruckes abmindern.

SPECIALCONSTRUCTIONEN FÜR DIE BEFESTIGUNG DER SCHIENE. — Die Bahnverwaltungen berichten über einige spécielle Befestigungsweisen, welche dieselben zur Sicherung der Spurweite für den Verkehr von Schnellzügen in Curven von Radien unter 500 *m* in Anwendung gebracht haben.

Es gehören hierher :

Die Seidl'sche Spurplatte, mit welcher bei der österr.-ungar. Staatsbahn-Gesellschaft gute Resultate erzielt wurden, vermittelt eine Querverbindung zwischen den beiden Geleisesträngen.

Die Verwendung hölzerner Streben, welche auf die Schwelle aufgenagelt werden und den äusseren Kopf der Schiene gegen das Umkanten schützen sollen.

Die Vermehrung der Tirefonds sowie auch die Vermehrung der Schwellen in gekrümmten Bahnstrecken.

Die Verwendung von Chairs oder Spannplatten für Vignolesgeleise auf einzelnen oder auf allen Schwellen.

Um die Verschiebung des ganzen Geleises in geneigten Strecken und in der Curve zu verhindern, sind auf der Theilstrecke Pistoja-Bologna (Italien) Holzstücke im Gebrauche, welche zwischen die Schienen oder zwischen den Schwellenkopf und die Bankettmauern verlegt werden, oder auch eingerammte Holzpfähle an den Schwellenköpfen der Aussenseite der Curven in Verwendung.

Dans les courbes à petit rayon des voies à coussinets, il est préférable de remplacer les coins ordinaires en bois par des coins en fer (et aussi par des coins comme ceux du système Barbarot).

Les Administrations sont unanimement d'avis que, dans les courbes dont le rayon est supérieur à 500 mètres, il n'est pas nécessaire de recourir à des mesures spéciales pour la fixation des rails.

In Curven von kleinem Radius werden bei der Befestigung in Chairs statt der üblichen Holzkeile besser Eisenkeile (auch solche nach System Barbarot) in Verwendung genommen.

Uebereinstimmend wird bemerkt, dass in Curven von Radien, welche grösser als 500 *m* sind, specielle Massnahmen für die Befestigung der Schienen nicht erforderlich sind.

Liaisons des rails. — Nous résumons dans le tableau de l'annexe III les renseignements que nous avons reçus des Administrations au sujet des modes d'éclissage adoptés dans les nouvelles poses de voies.

Les abouts des rails sont dans tous ces chemins de fer en porte-à-faux et assemblés au moyen d'éclisses. La plupart de ces éclisses sont de la forme à cornière; il n'y a plus que deux Administrations ayant conservé la forme plate pour l'éclisse intérieure.

Presque toutes les Administrations donnent la même forme aux éclisses intérieures et extérieures (éclisses symétriques). Dans les voies Vignoles, les éclisses cornières dépassent généralement les deux traverses de contre-joint et leur longueur est comprise entre 460 et 800 *mm*.

Il y a une tendance manifeste à augmenter cette longueur des éclisses.

Les poids indiqués varient entre 4·3 *kg* et 22 *kg*. Le métal est généralement du fer fondu ou de l'acier fondu doux ou moyennement dur, ayant une résistance de 4,500 à 5,500 *kg* par *cm*² et 15 à 20 % d'allongement. La fixation des éclisses

Schienenstossverbindungen. — In den Tabellen der Beilage III ist eine Uebersicht über die von den Verwaltungen bei ihren neueren Oberbauconstructionen verwendeten Stossverbindungen rücksichtlich ihrer Form, Abmessung und ihres Materials gegeben.

Die Schienenenden sind durchwegs als schwebende Stösse mit Laschen verbunden. Hiebei werden in der Mehrzahl Winkellaschen verwendet, nur zwei Verwaltungen verwenden noch flache Laschen als Innenlaschen.

Die Mehrzahl der Verwaltungen verwendet für die Innen- und Aussenlasche die gleiche Form (symmetrische Lasche). Die Winkellaschen reichen bei Vignolesschienen meist über beide Stossschwellen, und ist ihre Länge zwischen 460 und 800 *mm*.

Es ist die Tendenz ersichtlich, die Länge der Laschen zu vergrössern.

Das Gewicht der Laschen ist mit 4·3-22 *kg* ausgewiesen. Das Materiale der Laschen ist meist Flusseisen, oder weicher bis mittelharter Flussstahl von 4,500-5,500 *kg/mc*² Festigkeit bei 15-20 % Dehnung. Die Befestigung der

rail, et également celle de la pression du ballast.

Modes spéciaux de fixation du rail. — Les Administrations de chemins de fer ont communiqué des renseignements sur quelques dispositions spéciales de fixation de rail qui ont pour but de maintenir la jauge sous le passage des express dans des courbes de rayon inférieur à 500 mètres.

On range dans ces dispositions :

La plaque de jauge Seidle, dont l'emploi a donné de bons résultats sur la ligne de la Société autrichienne-hongroise des chemins de fer de l'État, et qui constitue un moyen de réunir transversalement les deux files de rails ;

L'emploi de blochets en bois cloués sur la traverse à l'extérieur de la voie, contre le rail, de façon à prévenir son renversement ;

L'augmentation dans la partie en courbe du nombre de tire-fond et aussi celle du nombre des traverses ;

L'emploi dans les voies Vignoles de coussinets ou de plaques de serrage sur certaines traverses ou sur toutes celles de la courbe.

Pour empêcher le cheminement de la voie entière dans les pentes, on emploie, sur la section de Pistoia à Bologne (Italie), des pièces de bois réunissant plusieurs traverses, soit entre les deux files de rails, soit à l'extérieur entre les têtes et les banquettes ; on emploie, pour empêcher le déplacement de la voie dans les courbes, des pieux en bois fichés en terre contre l'extrémité des traverses du côté extérieur des courbes.

cornières aux éclisses plates. Elles ont cherché à remédier aux usures que les éclisses présentent assez rapidement aux surfaces d'appui en les fabriquant au moyen d'un métal plus dur, ou encore en augmentant les surfaces de contact soit par l'élargissement du champignon du rail et des surfaces d'appui des éclisses, soit par l'allongement de celles-ci.

Nous devons accorder ici une mention spéciale à l'éclissage robuste de l'État belge; les faces inférieures des cornières des éclisses affleurent avec la face inférieure du rail, de façon à s'appuyer en même temps que lui sur les traverses de contre-joint et à donner une grande largeur à la surface d'appui. La fixation sur les traverses de joint se fait au moyen de tire-fond passant au travers de trous forés dans les cornières. Les éclisses font ainsi l'office d'un pont supportant les rails.

Le chemin de fer de l'Ouest a mis à l'essai, il y a quelque temps, un système de joint soutenu. — Ce joint est formé par un coussinet en fonte tirefonné sur les traverses de contrejoint, sur lequel reposent les abouts de rails. Une éclisse en acier et 6 boulons permettent l'assemblage des rails sur le coussinet (fig. 2).

Constructions spéciales. — On a proposé pour combattre le cheminement des rails plusieurs dispositions ayant pour but, la plupart, de rendre solidaires les deux traverses de joint, et plus sou-

den Ersatz der Flachlaschen durch Winkellaschen zu disponiren. Die an den Laschenanlagsflächen in kurzer Zeit auftretenden Abnützungen drängten zur Verwendung härteren Materials für die Herstellung der Laschen, und zur Vergrösserung der Anlageflächen durch Erbreiterung der Schienenköpfe und der Laschenanlageflächen und durch Verlängerung der Laschen.

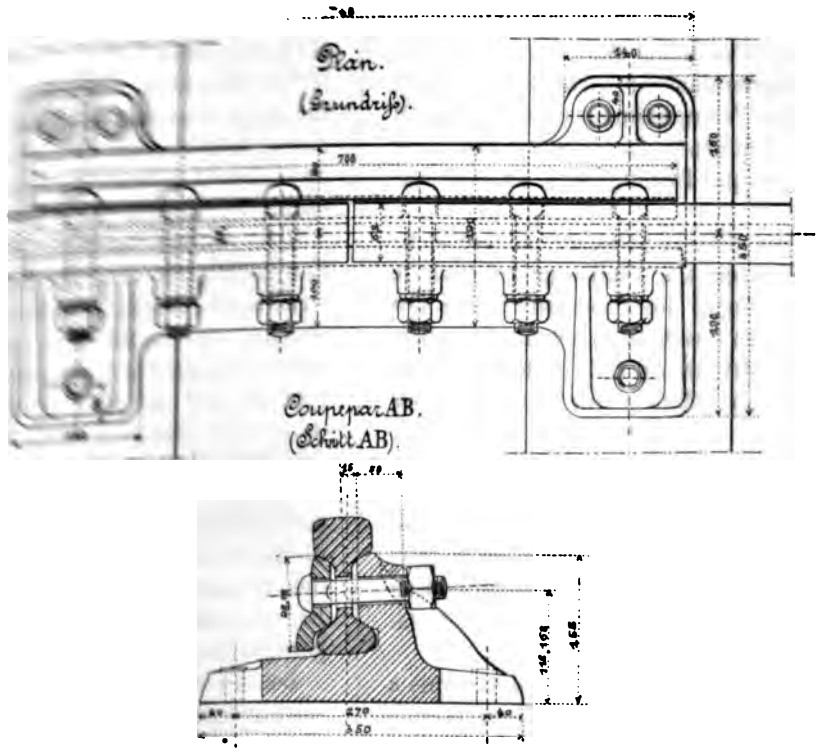
Hier verdient noch eine specielle Erwähnung die kräftige Laschenconstruction der belgischen Staatsbahn, bei welcher die Unterflächen der Winkellaschen bis an die Schienenunterfläche reichen und in gleicher Ebene mit dieser eine breite Auflage direct auf den Stossschwellen bewirken. Die Befestigung auf den Stossschwellen geschieht durch Tirefonds, welche durch die Laschenschenkel durchgeführt werden. Die Laschen werden sohin wie eine Brücke zum Tragen der Schiene herangezogen.

Bei der französischen Westbahn ist seit kurzem ein System des unterstützten Stosses versuchsweise angewendet. Dasselbe besteht aus einem gegossenen Stuhle, welcher durch Tirefonds auf den dem Stosse zunächst gelegenen Schwellen befestigt ist und auf welchem die beiden Schienenenden aufruhen; eine Lasche aus Stahl und 6 Bolzen bilden die Verbindung der Schienen mit dem Stuhle (Fig. 2).

Specialconstructionen an den Stossverbindungen. — Um das Wandern der Schienen einzuschränken, werden mehrere Vorschläge erstattet, welche zumeist dahin zielen, die beiden Stossschwellen,

$\frac{I}{100}$

[illegible] de chemin de fer de l'Ouest.
([illegible] der französischen Westbahn.)



Élevation. (Ansicht.)

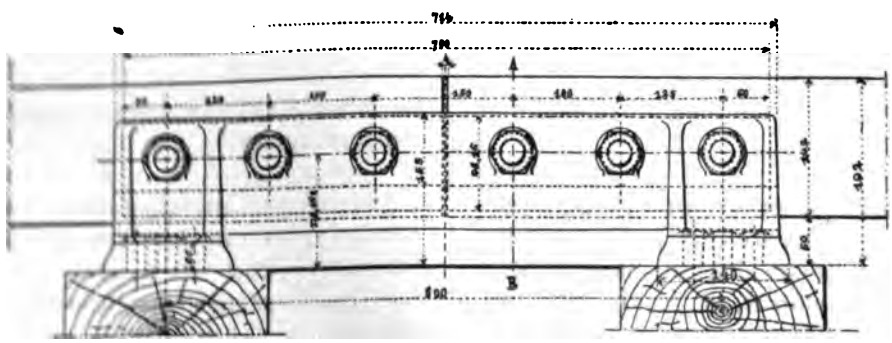


Fig. 2.

der Methode der periodischen Generalrevisionen durchgeführt.

Ebensowenig wie bei der ersten Methode die Revision der ganzen Strecke vollständig entfällt, indem die Bahnerhaltungs-Ingenieure eine solche von Zeit zu Zeit, wenn auch nicht in der gründlichen Weise wie bei der anderen Methode vornehmen, — ebensowenig entfallen bei der letzteren Methode die Geleiseregulirungen nach Bedarf.

In beiden Fällen wird auf eine gute Erhaltung der Geleise nach Nivean und Richtung strenge gesehen.

Die Mittheilungen über die Häufigkeit der Geleisereparaturen richten sich je nach der Intensität des Verkehres und je nach dem Alter des Geleises, und ergeben, dass die Generalrevision in Perioden von 1-2 Jahren zu wiederholen ist, dagegen bei der Methode nach Bedarf jede Bahnstelle jährlich 1·6 — 2·3 mal, bei den meisten Bahnen 2 mal regulirt wird.

Die mitgetheilten Kosten der Regulirung und der durchschnittlichen Aufwendungen an Arbeitskraft gehen weit auseinauder; sie schwanken zwischen 0·20 und 0·66 Francs oder zwischen 0·15 und 0·40 Tagschichten pro Meter Geleise und Jahr. Sie sind jedoch nicht direct vergleichbar. Dieselben sind bei der Generalrevision theurer als bei jener nach Bedarf; sie werden bei älteren Geleisen grösser sein als bei neueren; sie müssen wachsen mit der Dichte des Verkehres, und sie sind abhängig von dem Alignement und dem Profile der Bahnstrecken und nicht in letzter Linie von der Art der Geleiseconstruction.

On peut conclure d'une façon générale de ce qui précède, que la tendance au cheminement sera d'autant plus faible qu'on aura un meilleur mode de fixation des rails sur les traverses et un meilleur éclissage.

Im Allgemeinen kann aus dem vorliegenden Materiale der Schluss gezogen werden, dass die Tendenz zum Wandern des Geleises desto geringer werden wird je besser die Stossverbindung und je besser die Befestigungsart der Schiene auf der Schwelle ist.

SURHAUSSEMENT DES RAILS ET SURLARGEUR DE LA VOIE DANS LES COURBES. — Les dispositions adoptées dans les courbes pour le surhaussement des rails extérieurs, et la surlargeur de la voie, devraient également avoir de l'importance au point de vue de l'appréciation de la manière dont se comportent les constructions de voies décrites. Les prescriptions des différentes Administrations montrent, dans cette matière, une telle divergence qu'une conclusion générale n'est guère possible.

Nous trouvons, comme maximums : pour le surhaussement, 160 *mm*, pour la surlargeur, 28 *mm*.

Comme limites inférieures, nous trouvons : pas de surhaussement et pas de surlargeur.

Il faut toutefois tenir compte, en ce qui concerne la surlargeur, que les chemins de fer qui n'en donnent aucune en courbe ont, entre le boudin des roues et le champignon du rail, un jeu en alignement plus grand que celui que présentent les lignes autrichiennes et allemandes. Voir troisième session du Congrès, exposé des questions VIII et IX-F.)

SCHIENENÜBERHÖHUNGEN UND GELEISEERWEITERUNGEN IN CURVEN. — Von Bedeutung für die Beurtheilung des Verhaltens der geschilderten Geleiseconstructionen sind noch die in den Curven angeordneten Schienenüberhöhungen und Spurerweiterungen. Die bezüglichen Vorschriften der einzelnen Verwaltungen weisen aber eine solche Mannigfaltigkeit auf, dass eine allgemeine Schlussfolgerung nicht zulässig ist.

Als höchstes Mass für die Schienenüberhöhung erscheint das Mass von 160 *mm*, als grösste Spurerweiterung 28 *mm*.

Dem steht als untere Grenze gegenüber : Gar keine Ueberhöhung, keine Spurerweiterung.

Zur Würdigung der letztgenannten Massnahme ist zu bemerken, dass bei jenen Bahnen, welche dieselbe anwenden, bereits in der geraden Bahn ein grösseres Spiel zwischen Spurkranz und Schienenkopf vorhanden ist, als dies zum Beispiel bei den deutschen und österreichischen Bahnen der Fall ist. (Siehe 3. Congress, Fragenbeantwortung VIII und IX-F.)

ENTRETIEN DE LA VOIE. — L'entretien des voies se fait soit d'après la méthode de réparations en recherche

BAHNERHALTUNG. — Die Bahnerhaltung wird sowohl nach der Methode der Geleiseregulirung nach Bedarf, als nach

d'après les besoins, soit d'après celle des revisions générales périodiques.

Pas plus que la première méthode ne dispense complètement d'une revision de toute la ligne, puisque l'ingénieur de l'entretien doit la remettre en état de temps en temps, quoique d'une façon moins approfondie que dans la seconde méthode, pas plus celle ci ne dispense de réparations en recherche d'après les besoins.

Dans l'une comme dans l'autre méthode, on cherche à ce que la voie conserve bien son niveau et sa direction.

Les communications relatives à la fréquence des réfections montrent que cette fréquence dépend de l'intensité du trafic et de l'âge de la voie. Les revisions générales doivent avoir lieu au bout d'une période comprise entre un et deux ans. Dans la méthode en recherche, chaque endroit de la voie doit être annuellement redressé 1·6 à 2·3 fois; la moyenne pour la plupart des voies est 2 fois par an.

Les dépenses faites pour le redressement des voies et les journées consacrées à ce travail varient, d'après les communications reçues, dans de larges limites. Les chiffres donnés montrent que, par mètre courant de voie et par an, la dépense varie entre 0·20 et 0·66 franc, et le nombre de journées entre 0·15 et 0·40. Ces chiffres ne sont toutefois pas directement comparables. Les journées sont plus couteuses avec les revisions générales; elles sont plus nombreuses dans les vieilles voies que dans les neuves; elles croissent avec l'intensité du trafic; enfin elles dépendent du profil et du tracé de la ligne et dans une mesure qui n'est pas la

der Methode der periodischen Generalrevisionen durchgeführt.

Ebensowenig wie bei der ersten Methode die Revision der ganzen Strecke vollständig entfällt, indem die Bahnerhaltungs-Ingenieure eine solche von Zeit zu Zeit, wenn auch nicht in der gründlichen Weise wie bei der anderen Methode vornehmen, — ebensowenig entfallen bei der letzteren Methode die Geleiseregulirungen nach Bedarf.

In beiden Fällen wird auf eine gute Erhaltung der Geleise nach Nivean und Richtung strenge gesehen.

Die Mittheilungen über die Häufigkeit der Geleisereparaturen richten sich je nach der Intensität des Verkehres und je nach dem Alter des Geleises, und ergeben, dass die Generalrevision in Perioden von 1-2 Jahren zu wiederholen ist, dagegen bei der Methode nach Bedarf jede Bahnstelle jährlich 1·6 — 2·3 mal, bei den meisten Bahnen 2 mal regulirt wird.

Die mitgetheilten Kosten der Regulirung und der durchschnittlichen Aufwendungen an Arbeitskraft gehen weit auseinauder; sie schwanken zwischen 0·20 und 0·66 Francs oder zwischen 0·15 und 0·40 Tagschichten pro Meter Geleise und Jahr. Sie sind jedoch nicht direct vergleichbar. Dieselben sind bei der Generalrevision theurer als bei jener nach Bedarf; sie werden bei älteren Geleisen grösser sein als bei neueren; sie müssen wachsen mit der Dichte des Verkehres, und sie sind abhängig von dem Alignement und dem Profile der Bahnstrecken und nicht in letzter Linie von der Art der Geleiseconstruction.

moindre du mode même de construction de la voie.

D'un autre côté, ces dépenses d'entretien sont influencées d'une façon très appréciable par les qualités de la couche de ballast, par la grandeur, par kilomètre de voie, de la surface bourrée des traverses, et par l'intensité des pressions du ballast sous les charges du trafic.

Dans le tableau annexe II, nous avons calculé, pour les différentes voies qui y sont renseignées, la grandeur, par kilomètre courant de voie, de la surface bourrée des traverses, en supposant celles-ci partiellement bourrées, et cela de part et d'autre du rail sur une longueur égale à leur culasse. Ces surfaces sont comprises entre 600 et 1,080 m^2, leur moyenne pour les lignes où la charge de roue ne dépasse pas 7 tonnes est de 700 m^2 et pour celles où la charge de roue est supérieure à 7 tonnes, la moyenne est de 744 m^2.

Nous pouvons faire ressortir que toutes les constructions de voie renseignées au tableau avec de faibles surfaces bourrées, sont aussi celles indiquées comme nécessitant les plus grandes dépenses d'entretien. Il n'est cependant pas possible de déduire du tableau une relation tout à fait directe entre ces deux éléments, et cela à cause qu'il y a, comme nous l'avons vu, tant d'autres circonstances importantes qui concourent pour influencer la dépense d'entretien.

Renseignements relatifs aux lignes faisant partie du Verein allemand des administrations des chemins de fer. — Pour compléter le tableau de ce qui fait partie du domaine de la superstruc-

Im Speciellen sind auf diese Kosten oder auf den Arbeitsaufwand von wesentlichem Einflusse : die Beschaffenheit des Schotterbettes, die Grösse der Unterstopfungsfläche der Schwellen für die Längeneinheit des Geleises und der bei dem betreffenden Verkehre auftretende Bettungsdruck.

In der Tabelle Beilage II ist für die verschiedenen vorgeführten Geleiseconstructionen die unterstopfte Fläche der Schwellen pro Kilometer Geleise unter der Voraussetzung berechnet, dass die Schwellen theilweise und zwar links und rechts der Schiene auf die Länge des Schwellenkopfes unterstopft sind. Die bezüglichen Flächen halten sich in den Grenzen von 600 bis 1,080 m^2; sie betragen bei den Constructionen für Raddrücke unter 7 Tonnen im Mittel 700, bei jenen für Raddrücke über 7 Tonnen 744 m^2 pro Kilometer.

Es muss darauf hingewiesen werden, dass bei allen Geleiseconstructionen, welche in dieser Zusammenstellung geringere Unterstopfungsflächen ausweisen, auch höhere Erhaltungskosten mitgetheilt werden. Ein directes Verhältnis lässt sich dabei allerdings nicht constatiren, weil ja wie erwähnt auf die Erhaltungskosten so viele und wichtige Umstände einwirken.

Hinweis auf die Geleiseconstructionen im Verein deutscher Eisenbahn-Verwaltungen. — Zur Vervollständigung des Bildes des derzeitigen Bestandes und der derzeitigen Bestrebungen auf dem

ture au point de vue de la situation actuelle et des tendances de l'avenir, nous nous adresserons aux discussions qui ont eu lieu, lors de la XIVe assemblée générale de l'Union technique des chemins de fer allemands, et dont les conclusions ont été reproduites dans le le *Bulletin* de la Commission internationale, volume VIII, fascicule n° 5 de mai 1894, p. 347-348.

Il résulte de ces discussions que tout en considérant comme suffisante pour les lignes où se rencontrent des charges d'essieu de 14 tonnes et des vitesses atteignant 90 *km* à l'heure, une superstructure en rails de 33 *kg*, avec traverses espacées de 80 *cm* ou une superstructure en rails de 35 *kg* avec traverses espacées de 90 *cm*, les traverses en question — celles en bois — ayant 240 à 270 *cm* de longueur, 15/25 d'équarrissage et étant toutes munies d'une plaque intermédiaire — celles en métal du poids de 55-65 *kg* —, une consolidation de la superstructure paraît cependant indiquée dès à présent par des considérations économiques.

Et effectivement, depuis lors, on a adopté pour les lignes à grand trafic de l'État prussien une superstructure avec rails de 41 *kg* dont la section transversale a 193 comme moment résistant, et qui sont posés sur des traverses espacées de 84 *cm*, et ayant 270 *cm* de longueur et 26/16 d'équarrissage.

Les chemins de fer de l'État de Saxe ont un rail de 45·7 *kg* par mètre courant et 242 comme moment résistant, posé sur des traverses de 2·5 *m* de longueur espacées de 82·5 *cm*.

Gebiete des Geleisebaues sei noch auf die Verhandlungen der XIV. Technikerversammlung des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen hingewiesen, welche in ihren bezüglichen Schlussfolgerungen auch in dem *Bulletin de la Commission internationale du congrès des chemins de fer*, vol. VIII, n° 5, mai 1894, p. 347, 348, veröffentlicht sind.

Aus diesen geht hervor, dass auf den genannten Bahnen mit Achsdrücken von 14 Tonnen und Zugsgeschwindigkeiten bis 90 *km* ein Oberbaugestänge mit Schienen von 33 *kg* Einheitsgewicht per *m* bei 80 *cm* Schwellendistanz, und 35 *kg* pro *m* mit 90 *cm* Schwellendistanz auf Schwellen von 240—270 *cm* Länge und 15/25 *cm* Stärke mit Unterlagsplatten auf jeder Schwelle, beziehungsweise auf Eisenschwellen von 55—65 *kg* Gewicht als genügend erachtet wird, dass jedoch aus wirthschaftlichen Gründen eine Verstärkung dieses Oberbaues schon jetzt als zweckmässig bezeichnet werden muss.

Thatsächlich ist seither auf den Linien des grossen Verkehrs bei den preussischen Staatsbahnen ein Oberbausystem mit 41 *kg* per laufenden Meter schweren Schienen, deren Querschnitt ein Widerstandsmoment von 193 cm^3 besitzt, mit Querschwellen von 270 *cm* Länge und 26/16 Querschnitt mit Schwellenabständen von 84 *cm* in Verwendung genommen worden.

Die königl. sächsischen Staatsbahnen haben Schienen von 45·7 *kg* per laufenden Meter, ein Widerstandsmoment von 242 und Schwellen von 2·5 *m* Länge in Abständen von 82·5 *cm* eingeführt.

L'État wurtembergeois a récemment adopté une superstructure avec rails de 43·5 *kg* par mètre courant, posés sur traverses métalliques (système Heindl) de 2·7 *m* de longueur espacées de 80 et 75 *cm*.

Die königl. württembergischen Staatsbahnen haben jüngst ein Oberbausystem mit Schienen vom Gewichte von 43·5 *kg* per laufenden Meter, welche von eisernen Schwellen (System Heindl) von 2·7 *m* Länge in Abständen von 80 bzw. 75 *cm* gestützt werden, adoptirt u. a.

Résistance de la voie. — Les Administrations qui ont fourni des renseignements pour la question qui nous occupe, disent toutes que leur nouveau système de voie, en partie réalisé et destiné à être continué au fur et à mesure des renouvellements, satisfera pendant de longues années à toutes les exigences d'un grand trafic.

Ce n'est guère que pour la voie de certaines sections de lignes à fortes déclivités et à courbes raides, sur lesquelles la charge de roue doit être augmentée, et pour les éclissages, que la question d'un renforcement plus grand s'impose encore.

Pour rendre utilisables à l'élaboration d'un type de voie pour lignes à express les données qui précèdent, il est nécessaire d'établir, au point de vue des résultats obtenus, une comparaison des diverses constructions de voie et de leurs éléments.

Le praticien qui doit faire un choix entre des voies qui, comme dans le cas précédent, répondent toutes à leur but, se guidera d'après le principe que les meilleures constructions sont celles qui donnent lieu au moins de frais d'entretien.

Nous donnerons à un autre endroit

Widerstandsfæhigkeit der Geleise. — Die Bahnverwaltungen, welche zu der vorstehenden Frage dem Congresse das Materiale geliefert haben, geben durchwegs an, dass die neueren theils hergestellten, theils in der Herstellung durch allmälige Auswechselung begriffenen Geleise allen Anforderungen eines grossen Verkehrs auf längere Zeit hinaus entsprechen werden.

Nur für Linien mit starken Gefällen und scharfen Curven, bei welchen die Raddrücke verstärkt werden sollen, sowie für die Stossverbindungen ist das Bedürfnis nach weiterer Verstärkung in einzelnen Strecken vorhanden.

Um das vorstehende Material für die Aufgabe der Aufstellung einer Type eines Geleises für den Schnellzugsverkehr nutzbar zu machen, wird man eine Vergleichung der einzelnen Constructionen und ihrer Elemente und Anordnungen auf ihre Zweckmässigkeit anzustellen haben.

Hat man, wie im vorliegenden Fall, die Vergleichung zwischen solchen Constructionen zu machen, welche sämmtlich ihrem Zwecke entsprechen, so wird der Praktiker nach dem Grundsatze vorgehen, dass die beste Construction jene ist, welche die geringsten Erhaltungskosten verursacht.

Es wurde an anderer Stelle der Na

la preuve qu'il n'est pas possible, avec les matériaux dont nous disposons, de faire une comparaison basée sur ce principe.

Il n'y a, pour nous permettre de faire entre diverses superstructures une comparaison basée sur des principes identiques, qu'une voie à suivre qui est la voie *théorique*.

Bien que l'examen théorique ne donne pas la mesure certaine de la résistance d'une voie, on peut cependant y recourir pour comparer diverses constructions au point de vue de leur excellence relative, et on peut admettre, les autres circonstances restant les mêmes, ainsi que la couche de ballast et le bourrage, que les valeurs réelles de la fatigue de la matière des rails et des traverses et celle de la pression du ballast se rapprochent de celles qu'on déduit des formules.

Dans les discussions qui vont maintenant suivre et qui ont pour but de reconnaître, dans la mesure permise par l'état actuel des recherches théoriques et des observations recueillies, si la voie dans laquelle les Administrations sont entrées en ce qui concerne le renforcement de la superstructure, conduit au but visé, et comment on devrait, le cas échéant, réaliser ce renforcement à l'avenir, nous allons nous rattacher à l'étude qui fait l'objet de l'exposé de la question V-A de la quatrième session du Congrès international, et nous rappellerons que nous y avons établi les méthodes de calcul permettant l'envisager les modifications élastiques le forme des éléments principaux de la

weis geliefert, dass es mit dem vorliegenden Materiale unmöglich ist, die Vergleichung nach diesem Grundsatze durchzuführen.

Ein anderer Weg, welcher eine Vergleichung der verschiedenen Constructionen auf einerlei Grundlage ermöglicht, *ist der theoretische.*

Wenn nun die theoretische Untersuchung ein sicheres Mass für die Leistungsfähigkeit eines Geleises nicht gibt, so kann sie doch zu einem solchen Vergleiche für die Güte verschiedener Geleiseanordnungen benützt werden, und es ist anzunehmen, dass unter übrigens gleichen Umständen bei gleicher Bettung, gleicher Stopfung u. s. w. die Materialspannungen in Schiene und Schwelle, sowie der Bettungsdruck sich annähernd so verhalten, wie die aus den Formeln hervorgegangenen Rechnungswerthe.

Bei der nun folgenden Erörterung, inwiefern der derzeitige Stand der theoretischen Untersuchungen und der Beobachtungen des Geleises uns erkennen lassen, ob die von den Verwaltungen eingeschlagenen Wege der Oberbauverstärkung zweckmässig sind und wie dieselben in Zukunft auszubilden wären, müssen wir an die Ausführungen des zur Frage V-A der vierten Session des internationalen Congresses erstatteten Referates anknüpfen und daran erinnern, dass wir dort jene Rechnungsweisen vorgeführt haben, welche die elastischen Formveränderungen der Hauptbestandtheile der Geleise berücksichtigen.

[illegible] poursuivi [illegible] application à [illegible] voies sur [illegible] permettons de [illegible] que nous publions [illegible] La traverse et [illegible]

[illegible] dans cette dernière com- [illegible] établir par un [illegible] qui revient à la [illegible] de ballast dans [illegible] voie est capable, [illegible] établir les dis- [illegible] traverse normale et [illegible] devant lesquelles [illegible] voie doit s'arrêter.

Nous [illegible] d'idées des publications [illegible] dans la recherche que nous allons faire pour établir, d'après les [illegible] dont nous disposons, l'influence de la forme et de la disposition des [illegible] les plus essentiels de la construction de la voie sur sa force de résistance, [illegible] en même temps que la grandeur de la fatigue d'une voie ne dépend pas seulement de la grandeur de la charge de roue, mais aussi de la disposition des traverses et de la manière dont la charge est appliquée.

[illegible] Nous [illegible] et [illegible] les dou- [illegible] par les Administrations, [illegible] les [illegible] de voies indiquées [illegible] établi

Seither haben wir diese Rechnungsweise und deren Anwendung zur Beantwortung und zum Vergleiche der verschiedenen Querschwellengeleise weiter verfolgt und gestatten uns auf die bezügliche Publikation (1) « Ueber die Querschwelle und ihr Lager » zu verweisen.

Wir haben in den letztgenannten Mittheilungen des Ausführlicheren den Antheil zu beziffern versucht, welcher der Bettung und der Schwelle in der Widerstandsfähigkeit der Geleiseconstruction zukommt, wir haben daselbst auch auf die Aufstellung einer Normalschwelle hingearbeitet und endlich auch die Grenzen angedeutet, welche den Bestrebungen des Geleiseingenieurs in der gekennzeichneten Richtung gezogen sind.

Wir folgen dem Gedankengange jener Veröffentlichungen, wenn wir an dem vorliegenden Materiale den Einfluss der Form und Anordnung der wesentlichsten Elemente der Geleiseconstruction auf die Widerstandskraft ermitteln und zugleich berücksichtigen, dass die Grösse der Inanspruchnahme eines Geleises nicht allein von der Grösse des Raddruckes an und für sich, sondern der An abhängio rdnung d er Schwellenstützen und von der Art der Laststellung abhängig ist.

Rechnerische untersuchung des von den verwaltungen übersendeten materials. — Wir haben nun alle uns von den Verwaltungen mitgetheilten Oberbauconstructionen einer rechnerischen Untersuchung unterzogen, und au

(1) *Bulletin*, p. 3, 1895, vol. IX.

nent les grandeurs *qui sont*
ues de la mesure de la résis-
voie peut opposer à la sol-
roduite par les charges au
comotives y employées.

ence qu'on trouve entre le
résistance ainsi calculée, et
ésulte d'une charge provo-
les diverses parties une
ignant les limites d'élasti-
ue une réserve destinée en
ne à procurer la résistance
ux sollicitations produites
ns dynamiques de la loco-
les véhicules, et par les
endrées dans le cas d'une
n de vitesse.

de ligne, cette réserve doit
de la diminution graduelle
e que la voie éprouve par
ire continue des matériaux,
des rails et de la couche de
l'effet de la circulation, et
enir tout à fait notable.

ssi dans la recherche d'une
paraison pour des construc-
, envisager non seulement
ec leurs matériaux à l'état
ussi les mêmes voies arri-
te d'usure à la limite de

l'établissement d'une voie
sera toujours possible,
ne infrastructure de con-
rieure, mais cependant soi-

Grund der angeführten Rechnungsweisen jene Grössen beziffert, welche *bezeichnend sind für das Mass des Widerstandes, den das Geleise der jeweiligen Inanspruchnahme durch die ruhende Last der auf diesen Geleisen verkehrenden Locomotiven entgegensetzt.*

Der Ueberschuss an Widerstandskraft, welcher zwischen den Ziffern der so berechneten Inanspruchnahme und jenen sich ergibt, der aus den einzelnen Theilen bei einer Belastung bis an die Elasticitätsgrenze resultirt, bildet eine Reserve, — welche in erster Linie die Aufgabe hat jenen Einwirkungen zu widerstehen, die durch dynamische Wirkungen der Locomotiven und Fahrzeuge und durch die Wirkungen erhöhter Fahrgeschwindigkeiten auftreten werden.

In zweiter Linie wird diese Reserve jenen Abgang an Widerstandsfähigkeit des Geleises zu decken haben, welcher sich aus der allmäligen Abnützung des Materials ergibt, und welcher in hervorragender Weise bei der Bettung und der Schiene durch die Einwirkungen des Verkehres auftritt und den Widerstand des Geleises in besonders merkbarer Weise vermindert.

Man wird also bei Aufsuchung einer Vergleichsbasis für die Geleiseconstructionen nicht allein den neuen Zustand der Geleisebestandtheile, sondern auch jenen zu berücksichtigen haben, der sich ergibt, wenn das Geleise in Folge der Abnützung an der Grenze der Gebrauchsfähigkeit angelangt ist.

Bei der Bettung wird es bei Herstellung eines neuen Geleises auch bei minder festem jedoch sorgfältig trokkengelegtem Unterbau möglich sein eine

ivés à la limite d'usure, et nous
ierons ces derniers résultats
tableau en dénominateur sous
niers.
sistance des éléments constitu-
la superstructure subit une
e marquée de la part des
de leur matière ou essence.
evons nous borner dans les
à supposer que les matériaux
qualité moyenne, et nous attri-
en conséquence dans les for-
u module d'élasticité du métal
s et des traverses métalliques
eur E = 1,700,000 et à celui
erses en bois une valeur E'
000.
, nous supposerons dans les
que les traverses ne sont que
ement bourrées, à savoir de part
re de chaque rail sur une lon-
gale à leur culasse.

de soi que si on faisait dans les
des hypothèses plus favorables,
verait des nombres plus grands
résistance de la voie.
en partant de ces données que
ons établi les valeurs numé-
consignées dans le tableau ci-
les fatigues des diverses parties
tives de la voie sous l'action au
es locomotives les plus désavan-
s employées pour la remorque
ress.

E DE RAILS. — La grandeur de la
est le facteur important pour la
nation des valeurs qui ont de
ice sur la raideur de la voie et
ie des moyens d'attache.

dehnt und in der Tabelle die bezüglichen Werthe unter einem Striche zur Vorführung gebracht.

Die Qualität des zu den Oberbaubestandtheilen verwendeten Materials wird ebenfalls den Widerstand derselben merkbar beeinflussen. Wir mussten uns bei der durchgeführten Rechnung darauf beschränken, ein Material mittlerer Güte zu supponiren, und den in den Formeln auftretenden Elasticitätsmodul für das Material der Schiene und der Metallschwellen mit E = 1,700,000 und jenen für das Material der Holzschwelle mit E' = 100,000 anzunehmen.

Endlich wurde bei den Rechnungen die Voraussetzung gemacht, dass die Schwellen nur theilweise, und zwar rechts und links der Schiene, auf die Länge des Schwellenkopfes gestopft seien.

Bei Vorhandensein günstigerer Voraussetzungen werden selbstverständlich die in dem Geleise vorhandenen Widerstände grösser sein.

In diesem Sinne sind die in der nachfolgenden Tabelle enthaltenen Rechnungsergebnisse über die Inanspruchnahme der einzelnen Hauptbestandtheile der Geleise durch die Ruhelast der bei den Schnellzügen verkehrenden, ungünstigsten Locomotive ermittelt worden.

SCHIENENDRUCK. — Für die Ermittlung jener Werthe, welche die Steifigkeit des Geleises und die Inanspruchnahme der Befestigungsmittel beeinflussen, ist die Grösse des Schienendruckes von besonderer Bedeutung.

*

[illegible] dans quelle [illegible] également [illegible] et de la [illegible] pour le calcul [illegible] dans cha- [illegible] circonstances [illegible] d'après cela [illegible] de la charge [illegible]

[illegible] différentes valeurs [illegible] au tableau [illegible] que cette [illegible] des rails usés, des [illegible] et 3·912 [illegible] de la charge de [illegible] tonnes, et des [illegible] et 4·766 [illegible] de la charge de [illegible] tonnes.

[illegible] inférieure de P [illegible] des charges de roues [illegible] peut être égale ou [illegible] sur des lignes où cette [illegible] pas 7 tonnes, [illegible] remarquable fait claire- [illegible] influence sur la fatigue [illegible] de la superstruc- [illegible] des charges du [illegible]

[illegible] les plus faibles se [illegible] les lignes où l'écarte- [illegible] moyens est à l'espace- [illegible] dans le rapport de 4·1 [illegible] 3·1.

[illegible] $\frac{B}{D}$ a également de l'in- [illegible] dans les cas concrets dans les- [illegible] produit la plus faible charge [illegible] une augmentation de ce rap- [illegible] se traduit par une diminution de [illegible] charge.

Inwieferne derselbe ausser von der Grösse des Raddruckes auch von der Lastvertheilung und von der Schwellenaustheilung abhängig ist, habe ich an anderer Stelle gezeigt. Für die vorliegende Rechnung habe ich die einflussnehmenden Verhältnisse in jedem einzelnen Falle berücksichtigt und darnach die maximalen Ziffern des Schienendruckes bewertet.

Vergleicht man die verschiedenen Werthe des Schienendruckes P in der Tabelle Beilage IV, so ergibt sich, dass derselbe bei abgenutzten Schienen auf Linien mit Raddrücken bis zu 7 Tonnen zwischen den Grenzen 3·287 und 3·912 Tonnen, und auf den Linien mit Raddrücken über 7 Tonnen zwischen 3·155 und 4·766 Tonnen schwankt.

as bemerkenswerte Ergebnis, dass die untere Grenze für den Schienendruck P auf Linien mit höheren Achsdrücken gleich, ja sogar kleiner werden kann, als jener auf Linien mit dem Achsdrucke unter 7 Tonnen, illustrirt deutlich den Einfluss der Bauart des Geleises und jenen der Laststellung der Fahrzeuge auf die Beanspruchung des Geleises.

Die minimalsten Schienendrücke ergeben sich bei solchen Bahnen, wo die Achsstände der Triebräder zu den Schwellenentfernungen im Verhältnisse von 4 : 1, beziehungsweise von 3 : 1 stehen.

In den concreten Fällen, in welchen die kleinsten Schienendrücke sich ergeben, ist noch von Einfluss das Verhältnis $\gamma = \frac{B}{D}$, und es ergibt die Vergrösserung dieses Verhältnisses eine Abnahme des Schienendruckes.

ı général, on peut conclure que une voie avec rails lourds et tra- ›s faiblement espacées (c'est-à-dire · laquelle B a une grande valeur), ploi de machines à grand écarte- t d'essieux moteurs est particulière- t avantageux au point de vue de la

ıTIGUE DU RAIL. — Dans les voies charges de roue ne dépassant pas ›nnes, la fatigue des rails neufs omprise entre 1,000 *kg* et 1,300 *kg* *cm*², et celles des rails usés entre 7 *kg* et 1,470 *kg* par *cm*².

ans les voies avec charges de roue ›élevées, les fatigues sont comprises e 918 et 1,352 *kg* par *cm*² lorsque rails sont neufs et entre 1,050 et 9 *kg* par *cm*² lorsqu'ils sont usés. noyenne, on peut prendre les valeurs 3 *kg* et 1,292 *kg*; elles comportent ron le tiers de la résistance qu'on considérer comme étant celle à la te d'élasticité.

ıns le plus grand nombre des super- ctures renseignées, les traverses ont moments résistants si grands, que tigue ne comporte en moyenne que 7 par *cm*², soit le quart de la résis- › à la limite d'élasticité. Il y a donc xcédent de résistance très grand, et est nécessaire en vue de la sécurité, gard à l'usure rapide du bois.

›ur les traverses en fer, la fatigue de ıatière est comprise dans le cas de

Im Allgemeinen kann man folgern, dass für eine Geleiseconstruction mit schwerer Schiene und enger Schwellenlage (bei einem grossen Werthe von B) die Einführung grosser Radstände in Bezug auf Schonung des Oberbaues besondere Vortheile hat.

DIE SCHIENENBEANSPRUCHUNG. — Die Beanspruchung der Schiene hält sich bei den Geleisen mit dem Raddrucke bis 7 Tonnen, und zwar bei den neuen Schienen zwischen den Grenzen 1,000 *kg* bis 1,300 *kg* pro *cm*², und bei den abgenutzten Schienen zwischen den Grenzen 1,127 *kg* bis 1,470 *kg* pro *cm*².

Bei den Geleisen mit höheren Raddrücken sind diese Grenzen bei neuen Schienen zwischen 918 und 1,352 *kg* pro *cm*², beziehungsweise im abgenützten Zustande zwischen 1,050 und 1,589 *kg* pro *cm*². Im Mittel betragen diese Werthe 1,153 *kg* bzw. 1,292 *kg* pro *cm*². Sie betragen ungefähr 1/3 jener Festigkeit, welche als an der Elasticitätsgrenze vorhanden angenommen werden kann.

In der Mehrzahl der vorgeführten Oberbauconstructionen mit Holzschwellen zeigen diese so grosse Widerstandsmomente ihres Querschnittes, dass ihre Beanspruchung im Durchschnitt nur circa 58 *kg* per *cm*², also 1/4 der Festigkeit an der Elasticitätsgrenze beträgt, und dass dabei dem Gebote der Sicherheit, der Rücksicht auf die rasche Abnützung des Holzes mit grossen Reserven Rechnung getragen ist.

Bei eisernen Schwellen ist die Beanspruchung des Materials bei abgenutzter

[illegible] 1,171 et

[illegible] dans
[illegible] entre
[illegible] la tra-
[illegible] theories
[illegible] applica-
[illegible] variable, on
[illegible] varient
[illegible] moyenne est
[illegible] passable-
[illegible] ur.

[illegible] qui dépend de
[illegible] si on écarte
[illegible] Gothard, 1·16 à
[illegible] 1·41 *kg* par *cm*²;
[illegible] du chiffre de
[illegible] ante.
[illegible] que nous venons
[illegible] résistantes conduit aux
[illegible]

[illegible] où les charges d'es-
[illegible] 14 tonnes, les rails à
[illegible] poids maximum de
[illegible] répondre à un trafic élevé
[illegible] vitesses, pourvu que les
[illegible] de grandes dimensions
[illegible] rapprochées.

[illegible] lignes où les charges
[illegible] dépassent 14 tonnes, une aug-
[illegible] du poids du rail au delà de
[illegible] son moment résistant au-
[illegible] 150, paraît nécessaire, et ces
[illegible] seuls doivent être combinés
[illegible] traverses fortes et faiblement
[illegible]

Schiene in den Grenzen 1,171 und 1,231 *kg* p. *cm*².

Die Schwelleneinsenkungen liegen unter Annahme abgenutzter Schienen zwischen den Grenzen 0·39 und 0·65 *cm*, oder, — wenn die Schwelle der Gotthardbahn, welche einen wechselnden Querschnitt besitzt, und auf welche die vorgeführten Theorien nicht so ohne weiters anwendbar erscheinen, ausgeschaltet wird, — so liegen die Schwelleneinsenkungen zwischen 0·39 und 0·57 *cm*, im Mittel bei 0·48 *cm*, also in ziemlich engen Grenzen der Steifigkeit.

Der hiervon abhängige Bettungsdruck beträgt, wenn man wieder von der Gotthardschwelle absieht, 1·16 *kg* bis 1·72 *kg*, im Durchschnitt 1·41 *kg* per *cm*², also 72 % der mit 2 *kg* angenommenen Grenze.

Aus dieser theoretischen Untersuchung bestehender Geleiseconstructionen lässt sich das nachfolgende Ergebniss ableiten.

1° Auf Geleisen, welche mit *Achsdrücken bis* 14 *Tonnen* beansprucht werden, vermögen breitbasige *Schienen im Höchstgewichte von* 35 *kg* per *lf. m* auch hohen Verkehrsanforderungen und Fahrgeschwindigkeiten noch zu entsprechen, wenn für eine reichlich dimensionirte Schwelle und entsprechende Näherückung der Schwellen gesorgt wird.

2° Auf Geleisen, welche mit *Achsdrücken über* 14 *Tonnen* beansprucht werden, erscheint eine *Erhöhung des Schienengewichtes über* 35 *kg* (bezw. des Widerstandsmomentes der Schiene über 150) erforderlich, wobei mit der schwereren Schiene auch eine enge Schwellenlage und eine kräftige Schwelle zu verbinden ist.

3° Sur les voies avec rails lourds et traverses faiblement espacées, l'emploi de locomotives à essieux très écartés, et ayant ceux d'avant et d'arrière moins chargés, paraît avantageux pour la fatigue de la voie.

Fatigue des éclisses. — Dans le tableau de l'annexe V, nous avons consigné, pour les voies parcourues par des express, et au sujet desquelles nous avons eu les données nécessaires, les fatigues des éclisses calculées d'après les théories du Dr Zimmermann, que nous avons exposées dans le rapport sur la question V-A de la quatrième session du Congrès international (Saint-Pétersbourg.

Bien que cette théorie soit basée sur l'hypothèse que la longueur des éclisses n'excède pas l'espacement des traverses au joint, circonstance qui n'existe en réalité que dans les voies mentionnées sous les nos 4, 5 et 7 du tableau, nous l'appliquerons cependant aux autres constructions de voie avec éclisses plus longues, afin de pouvoir nous renseigner sur leur fatigue, tout au moins d'une manière *approximative*.

Les éclisses soumises au calcul ont, par paire, des moments résistants qui sont compris entre les 21 % et 60 % des moments résistants des rails qu'elles servent à réunir; il en résulte que les éclisses éprouvent en général, même sous la charge au repos, laquelle est comprise pour les voies envisagées entre 6,900 et 7,800 *kg*, des tensions passablement élevées (1,271 à 3,343 *kg* par cm^2).

Les voies dans lesquelles les éclisses

3° Auf Geleisen mit schwerer Schiene und enger Schwellenlage erscheint die Einführung von *Locomotiven mit grossen Radständen und geringer belasteten vorderen und hinteren Achsen* für die Geleiseinanspruchnahme vortheilhaft.

Inanspruchnahme der Laschen. — In der Tabelle Beilage V wurden die Inanspruchnahmen der Laschen jener von Schnellzügen befahrenen Hauptbahnen, für welche die hiefür erforderlichen Daten vorlagen, nach der im Exposé zur Frage V-A des internationalen Eisenbahn-Congresses zu Petersburg dargelegten Theorie von Dr Zimmermann berechnet.

Obwohl dieser Theorie bekanntlich die Annahme zu Grunde liegt, dass die Laschenlänge nicht grösser ist als die Schwellenentferung am Stosse, — ein Verhältnis, welches nur bei den Constructionen Post 4, 5 und 7 der Tabelle wirklich zutrifft — so wurde diese Theorie dennoch auch auf die übrigen Laschenconstructionen von grösserer Länge angewendet, um sich über die Beanspruchung derselben *wenigstens annähernd* zu informiren.

Die Widerstandsmomente der der Rechnung unterzogenen Laschenpaare schwanken zwischen 21 % und 60 % desjenigen der zugehörigen Schiene; es ergeben sich demgemäss im Allgemeinen schon für die Ruhelast, — welche je nach den einzelnen Constructionen 6,900 *kg* bis 7,800 *kg* beträgt — ziemlich hohe Spannungswerthe (1,271 bis 3,343 *kg* per cm^2).

Die verhältnismässig geringste Inan-

[illegible] es
[illegible] nur
[illegible] sous expo-
[illegible] maximum
[illegible] 2b.
[illegible] circonstance
[illegible] res solide
[illegible] de joint
[illegible] cisse à une
[illegible] rapport du
[illegible] d'eclisses
[illegible] elevé

[illegible] le calcul,
[illegible] défavorable,
[illegible] d'ordre 7,
[illegible] charge de
[illegible] renverses y sont
[illegible] la portée de
[illegible] les éclisses
[illegible] et le moment
[illegible] atteint à peine
[illegible] La Compagnie
[illegible] fait les études
[illegible] plus fortes.

[illegible] de nouveau,
[illegible] déjà fait remar-
[illegible] sur la question V-A
[illegible] Saint-Petersbourg,
[illegible] des éclisses ne
[illegible] de leur forme
[illegible] de leur moment
[illegible] de leur longueur),
[illegible] elements de la
[illegible] de leur disposition,
[illegible] dimensions des tra-
[illegible] de la portée de
[illegible] du rapport entre leur
[illegible] et celui des rails.

spruchnahme zeigen nach dieser Rechnung die Laschenconstructionen Post 1 und 2/*b*, wo das Geleise nur der Einwirkung eines Maximal-Raddruckes von 6,900 *kg* unterliegt. Bei der Construction Post 2/*b* ist der Umstand, von günstigem Einfluss, dass die Schwelle sehr kräftig (I_1 = 7,672 cm^4), die Schwellenentfernung am Stosse klein (47·4 *cm*), und die Laschenlänge gross (73 *cm*) ist. Das Widerstandsmoment der Laschen im Verhältnis zu jenem der Schiene ist relativ günstig (48 %).

Das ungünstigste Verhalten hingegen ergibt sich rechnungsgemäss für die unter Post 7 angeführte Construction, auf welche ein Max. Raddruck von 7,500 *kg* einwirkt, bei welcher die Schwelle sehr schwach (4475 cm^4), die Schwellenentfernung am Stosse gross (60 *cm*), die Laschenlänge gering (45 bezw. 54 *cm*) und das Widerstandsmoment der beiden Laschen blos 21 % von jenem der Schiene ist. Es wurde auch seitens der betreffenden Bahnverwaltung bereits zu einer verstärkten Lasche übergegangen.

Es ergibt sich daher wieder — wie dies schon in dem Exposé zur Frage V-A des internationalen Eisenbahn-Congresses zu Petersburg hervorgehoben wurde, — dass die Widerstandsfähigkeit der Laschen nicht nur von der Construction der Laschen selbst — also von deren absolutem Widerstandsmoment und deren Länge — sondern auch von der übrigen Anordnung des Oberbaues, das ist von der Dimensionirung und Entfernung der Schwellen, sowie von einem richtigen Verhältnis zwischen den Widerstandsmomenten der Laschen und der Schiene abhängt.

Qualités et mode de fabrication des rails. — Nous ne trouvons pas dans les réponses fournies par les Administrations des détails assez nombreux et assez certains pour nous permettre de satisfaire à la partie de la question relative aux *propriétés* les plus convenables du métal, et à son *mode de fabrication*.

Nous avons dans notre exposé de la question V-A de la session de Saint-Pétersbourg, fait connaître la manière de voir qui devrait, d'après nous, servir de règle en cette manière, et nous avons notamment fait remarquer qu'aucune des épreuves actuelles ne peut seule faire complètement la lumière sur les qualités qui sont décisives au point de vue de la sécurité et de la durée des rails; on ne peut, — disions-nous, — obtenir une appréciation raisonnée de l'excellence de la matière des rails et du degré de confiance qu'on peut avoir, qu'en mettant en regard les résultats des épreuves mécaniques et ceux de l'analyse chimique. De plus, la manière plus ou moins bonne dont se comportent les rails ne dépend pas seulement de leurs propriétés de résistance constatées, mais tout autant du degré plus ou moins grand d'homogénéité de la matière.

Nous avons dit aussi que dans la détermination de la dureté la plus convenable pour les rails, on ne pouvait perdre de vue l'action réciproque de la roue et du rail, et que, par conséquent, on devait adopter pour le métal du rail la même dureté que celle qui avait été reconnue la plus avantageuse pour les bandages.

Les réponses des Administrations

Beschaffenheit und Erzeugungsart des Schienenmaterials. — Für die Beantwortung der Frage nach zweckentsprechendster *Beschaffenheit* und *Erzeugungsart des Schienenmaterials* sind aus den vorliegenden Aeusserungen der Bahnverwaltungen genügend zahlreiche und verlässliche Anhaltspunkte *nicht* zu gewinnen.

Wir haben in unserem Exposé zur Frage V-A des Petersburger Congresses jene Gesichtspunkte dargelegt, welche wir in dieser Frage für massgebend erachten und insbesondere darauf aufmerksam gemacht, dass keine der üblichen Proben *allein* uns vollen Aufschluss über alle für die Sicherheit und Dauer der Schienen massgebenden Eigenschaften geben könne; ein begründetes Urtheil über die Materialgüte und Verlässlichkeit der Schienen wird sich demnach nur aus der Gegenüberstellung der Ergebnisse der verschiedenartigen Erprobungen und der dazu gesellten chemischen Analysen ableiten lassen. Das mehr oder minder gute Verhalten der Schienen wird nicht allein durch den Grad der constatirten Festigkeitseigenschaften, sondern ebensosehr durch die mehr oder minder grosse *Gleichförmigkeit des Materials* beeinflusst.

Wir haben auch darauf hingewiesen, dass bei Feststellung des zweckmässigsten Härtegrades des Schienenstahles die Wechselwirkungen von Rad und Schiene in Betracht kommen, und dieselbe deshalb nur mit Rücksicht auf die für Radreifen als geeignetst erkannte Härte des Materiales erfolgen dürfe.

Die vorliegenden Beantwortungen be-

nous font voir également qu'en ce qui concerne la résistance à la rupture, les conditions imposées varient dans de très larges mesures.

Les chemins de fer autrichiens, italiens, le Gothard, l'État belge et le chemin de fer néerlandais emploient des rails d'une résistance comprise entre 55 à 67 *kg* par *mm*² avec un allongement de 15 à 20 %. Au contraire, les chemins de fer français et le chemin de fer égyptien emploient des rails d'une résistance de 70 à 80 et même 98 *kg* par *mm*², avec allongement de 10 à 15 %, et quelques-uns mêmes avec un allongement de 1 à 4 %

Nous nous contenterons de constater simplement qu'il y a une tendance de plus en plus générale à donner aux *aciers ayant des résistances élevées et de grandes duretés, la préférence sur les aciers doux.*

Mais il importe pour la durée de pareils rails de veiller en même temps que leur métal ne soit ni sec ni cassant.

Le bon service rendu par les rails en acier dur paraît ressortir des observations faites sur le réseau de Paris-Lyon-Méditerranée, celui d'Orléans et le chemin de fer égyptien

Nous pouvons ajouter ici que dans la dernière réunion technique du Verein des chemins de fer allemands à Strasbourg, en 1893, il a été dit que d'après les observations recueillies sur les lignes du Verein, les rails en acier plus dur offraient en général une résistance plus grande à l'usure, que, par contre, ces rails sont plus sujets à se briser lorsque leur allongement est faible, que leur

stätigen zunächst, dass auch noch derzeit die Anforderungen der Bahnverwaltungen hinsichtlich der geeignetesten Zerreissfestigkeit des Schienenstahles in sehr weiten Grenzen sich bewegen.

Bei den österreichischen und italienischen Bahnen, der Gotthardbahn, der belgischen Staatsbahn und den holländischen Bahnen wird Schienenstahl von 55 bis 67 *kg* pro *mm*² mit Dehnungen von 15 % bis 20 % verwendet, während die französischen und die egyptischen Bahnen Schienenstahl mit Festigkeiten von 70 bis 80 *kg*, ja bis 98 *kg* pro *mm*² und mit Dehnungen von 10-15 % — mitunter allerdings auch von nur 1-4 % — verwenden.

Es ist lediglich die Tendenz zu constatiren, dass *Schienen von hohen Festigkeiten und grosser Härte immer allgemeiner den weicheren Sorten vorgezogen werden.*

Von Wesenheit für die Bewährung solcher Schienen ist es, dass das Material zugleich nicht spröde und nicht brüchig sei.

Das gute Verhalten solcher Schienen erscheint durch die mitgetheilten Erfahrungen der Paris-Lyon-Mittelmeerbahn, der Paris-Orleansbahn und der Egyptischen Eisenbahnen belegt.

Der Vollständigkeit halber sei hier auch auf die Erfahrungen der Deutschen Bahnen verwiesen, welche in den Erörterungen dieser Frage in der letzten Techniker-Versammlung des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen (Strassburg 1893) ihren Ausdruck dahin fanden, dass « im Allgemeinen Schienen aus härterem Material widerstandsfähiger gegen Abnützung, hingegen — ins-

matière n'est pas assez homogène, et qu'elle n'a pas été suffisamment travaillée.

On pourra donner une réponse plus précise à la question posée lorsqu'on disposera des résultats de la nouvelle statistique instituée par le Verein, spécialement au point de vue de la qualité des matériaux.

Les renseignements fournis par les Administrations relativement à la matière dont se comportent leurs rails en acier, ne permettent pas d'établir une comparaison aboutissant à des conclusions fondées, entre les aciers obtenus au convertisseur Bessemer et au four Martin, par les procédés acides ou basiques.

Notons cependant que la majorité des Administrations n'emploie que des rails en acier acide Bessemer ou Martin, et que deux seulement emploient également des rails en acier Thomas obtenus au convertisseur basique.

Ce qui paraît devoir guider dans cette matière, c'est la crainte que le dernier procédé permette beaucoup plus difficilement que le premier d'obtenir des rails durs de qualité uniforme.

Cette crainte, à laquelle M. Bricka faisait déjà allusion dans son exposé sur les bris de rails, présenté à la session de Paris en 1889 (question VII-B), se trouve de nouveau produite dans la communication qui nous a été faite par la Compagnie de Paris à Lyon.

Le compte rendu, auquel nous avons déjà renvoyé, de la réunion technique

besondere bei zu geringer Dehnung und nicht genügender Reinheit und Durcharbeitung des Materials — mehr zum Bruche geneigt zu sein scheinen ».

Eine zuverlässigere Beantwortung der gestellten Frage wird jedoch erst von den Ergebnissen der speciell mit Rücksichtnahme auf die Materialgüte neu eingerichteten Schienenstatistik erwartet.

Auch ein zu endgültigen Schlüssen berechtigender Vergleich zwischen dem Verhalten des durch den sauren Process im Bessemer Converter durch den basischen Process und durch einen der beiden Processe im Martinofen erzeugten Schienenstahles, ist aus den vorliegenden Mittheilungen der Bahnverwaltungen nicht zu ziehen.

Bemerkenswerth ist jedoch, dass die grosse Mehrheit der Bahnverwaltungen nur Schienenstahl verwendet, welcher im sauren Bessemerprocess oder im Martinofen erzeugt ist und nur 2 Bahnverwaltungen auch im Converter nach dem basischen Verfahren erzeugten Stahl (Thomasstahl) verwenden.

Massgebend hiefür scheint die Befürchtung zu sein, dass bei letzterem Processe *harte Schienen von gleichmässiger Materialgüte* viel schwieriger zu erhalten sind, als beim sauren Process.

Diese Befürchtung, welcher bereits in dem im Jahre 1889 dem Pariser internationalen Congresse von Herrn Bricka erstatteten Berichte zur Frage der Schienenbrüche (VII-B) Ausdruck gegeben wurde, ist neuerlich in den vorliegenden Mittheilungen der Paris-Lyon-Mittelmeerbahn ausgesprochen.

In dem früher erwähnten Resumé der Strassburger Techniker-Versamm-

de Strasbourg de 1893, parait vouloir résoudre la question dans son état actuel; il porte que « les observations « recueillies jusqu'à ce jour tendent à « prouver que les rails en acier Besse- « mer ou en acier Martin se comportent « mieux que ceux en acier Thomas; « que toutefois ces observations ne sont « pas encore assez nombreuses pour « permettre de décider jusqu'à quel « point la manière de se comporter « des rails est liée à la nature de leur « acier, au travail plus ou moins par- « fait de celui-ci, et au soin apporté « dans la fabrication ».

Il serait, d'après nous, du devoir des Administrations de chercher à contribuer à la solution de la question, au moyen de statistiques consciencieuses et rationnelles

Expériences en vue de déterminer les actions dynamiques. — Le Congrès international des chemins de fer a à plusieurs reprises fait ressortir la nécessité de recueillir des observations et de faire des essais spéciaux pour déterminer la nature et la grandeur des actions dynamiques que les moteurs exercent sur les rails.

Lors de la session tenue à Milan, on a eu sous les yeux les observations relatives à ce sujet communiquées par l'État belge, et les exposés des questions IV et V-A, présentés à la quatrième session tenue à Saint-Pétersbourg, ont fait ressortir l'importance des observations qui avaient été recueillies sur le réseau de la Compagnie de Paris à Lyon et qui ont été publiées dans la *Revue générale des chemins de fer* (années 1887 et 1889).

Les réponses des Administrations

lung vom Jahre 1893 erscheint die Frage dahin beantwortet, « dass sich « nach den bisherigen Erfahrungen « *Schienen aus Bessemer- und Martin-* « *stahl besser als solche aus Thomas-* « *stahl zu verhalten scheinen*, wenn « auch diese Erfahrungen dermalen « nicht ausreichen um zu erkennen, « inwieweit dieses Verhalten durch die « Verschiedenheit der Stahlgattungen « oder aber durch die mehr oder min- « der gute Durcharbeitung des Mate- « riales und die Sorgfalt bei Herstel- « lung der Schienen bedingt ist. »

Bei diesem Stande der Frage erachten wir es als nächste Aufgabe der Bahnverwaltungen durch sorgfältige, auf verlässlicher Grundlage erstellte statistische Aufzeichnungen zur Klarstellung der Frage beizutragen.

Versuche zur ermittlung der dynamischen wirkungen. — Um die dynamischen Wirkungen der Fahrzeuge auf das Geleise nach ihrer Art und Grösse zu bestimmen, wurde in den Verhandlungen des internationalen Eisenbahn-Congresses wiederholt die Anstellung von Beobachtungen und Durchführung specieller Versuche angeregt.

Bei der in Mailand abgehaltenen Session sind die von den belgischen Staatsbahnen diesbezüglich mitgetheilten Versuchsergebnisse erörtert worden und bei der in Petersburg abgehaltenen 4. Session wurden die von der Paris-Lyon-Mittelmeerbahn in der *Revue des chemins de fer* 1887-1889 veröffentlichten umfangreichen Experimente in den Beantwortungen der Fragen IV und V-A gewürdigt.

Seit jener Zeit sind, wie aus den

montrent que depuis cette époque il n'a pas été recueilli, ou tout au moins publié, d'observations nouvelles à ce sujet.

Au chemin de fer du Nord Empereur Ferdinand, l'examen auquel on s'est livré relativement aux méthodes et procédés à suivre pour mener de pareilles expériences à bonne fin, a fait reconnaître que le meilleur moyen à adopter pour enregistrer les phénomènes se produisant dans la voie sous l'influence de grandes vitesses et de fortes charges, consiste à recourir à la photographie.

Jusqu'à maintenant, les efforts mis en œuvre dans cet ordre d'idées n'ont encore eu guère d'autre résultat que celui de permettre la construction d'un appareil d'observations répondant à son but.

Nous sortirions du cadre de notre exposé si nous donnions ici une description détaillée de la disposition de cet appareil et des résultats qu'on a pu obtenir avec lui, et nous devons nous borner à engager les Administrations à entreprendre également des expériences du même genre.

Nous ne pouvons cependant nous dispenser, pour montrer combien les observations recueillies à titre d'essai, au moyen de notre appareil, sont fidèles et complètes, de produire quelques diagrammes des mouvements des abouts des rails, et cela sans vouloir analyser les résultats obtenus. (Voir annexe VII, fig. 1 à 6.)

La plus grosse difficulté à vaincre

Aeusserungen der Bahnverwaltungen hervorgeht, weitere Versuchsergebnisse nicht gewonnen bezw. veröffentlicht worden.

Bei der Verwaltung der Kaiser Ferdinands-Nordbahn wurde behufs Durchführung solcher Versuche über die anzuwendenden Methoden und Hilfsmittel berathen und erkannt, dass es kaum ein anderes bezw. besseres Mittel gilet, die bei Anwendung grosser Geschwindigkeiten und so starker Druckwirkungen entstehenden Phänomene am Geleise genau zu beobachten und festzuhalten, *als die Dienste der Photographie* in Anspruch zu nehmen.

Die in dieser Hinsicht in's Werk gesetzten Bemühungen sind zur Zeit allerdings nicht weiter gediehen, als eine dem Zwecke entsprechende Construction und Anordnung der Versuchsapparate zu entwerfen und herzustellen.

Es würde den Rahmen dieses Referates überschreiten, eine genaue Beschreibung der Hilfsmittel dieser Versuche und die seither gewonnenen Ergebnisse mitzutheilen, — es soll vielmehr nur die Anregung gegeben sein, die Verwaltungen auf diesen hier eingeschlagenen Weg für die Durchführung entsprechender Versuche zu weisen.

Um aber über die Treue und Vollständigkeit der bezüglichen Versuche eine Idee zu geben, können wir uns nicht versagen einige bei Aufnahme der Bewegungen der Schienenenden an der Stossverbindung erhaltenen Bilder vorzuführen (Beilage VII, Tafel 1—6), ohne indes in eine meritorische Behandlung der gewonnenen Ergebnisse einzugehen.

Die meisten Schwierigkeiten haben

consistait à soustraire l'installation à l'influence des vibrations.

On a cherché par deux dispositifs à atteindre ce but, et on a pleinement réussi dans chacun des deux cas.

A l'un des postes d'essai, on a établi un pilier complètement isolé sur une fondation de 9 *m* de profondeur et maçonné avec assises intermédiaires en feutre. A l'autre poste, on a établi une charpente solide en bois supportée par quatre pilots; pour soustraire ces pilots à l'influence de l'ébranlement, on les a établis dans des puits profonds.

Cette fondation sert pour l'installation de la chambre photographique.

Aux points dont il s'agit de relever les mouvements, on a fixé des lames brillamment polies, pouvant donner une image nette sur la plaque sensible.

Une graduation en millimètres est fixée sur le piquet, et sert à établir l'échelle.

Cette plaque sensible est couverte, sauf une fente verticale très étroite (0·3*mm*). La plaque se meut derrière cette fente d'un mouvement uniforme au moyen d'un mécanisme d'horlogerie, de sorte qu'il y a constamment sur la plaque une nouvelle raie éclairée. Les hauteurs successives des marques se projettent ainsi sous forme d'une ligne continue.

En réalité, on obtient de cette façon un dessin tout à fait analogue à ceux donnés jusqu'ici par les appareils à levier; il n'y a d'autre différence qu'en ce que le levier matériel est remplacé

sich ergeben, für den Apparat
brationsfreie Aufstellung zu

Dieser Zweck wurde auf zwei
zu erreichen gesucht und b
mit gleich zufriedenstellend
folge.

Bei der einen Versuchsstell
ein Pfeiler 9 Meter tief fundirt
Filzzwischenlagen vollkommen
hend aufgemauert; bei der
Versuchsstelle wurde ein kräfti
gerüste hergestellt, welches
Piloten getragen wird. Um die
dem Einflusse der Erschütt
thunlichst zu entziehen, wur
selben in tiefe Brunnen gestell

Dieses Fundament dient zur
lung der photographischen Ca

An den zu beobachtenden
werden glänzend polirte Schne
festigt, welche auf der lichten
chen Platte ein scharfes Bild zu
geeignet sind.

Am Pflocke ist eine Millim
lung befestigt, welche gestat
Einsenkungsmassstab zu ermit

Die lichtempfindliche Platte
verdeckt, und nur ein schmal
caler Spalt (3·0 *mm*) ist frei
Hinter diesem Schlitze wird d
durch ein Uhrwerk mit gleich
Geschwindigkeit vorbeigezogen
immer ein neuer Streifen d
belichtet wird. Auf diese Weis
die jeweilige Höhenlage der M
Form eines continuirlichen Lin
zur Darstellung.

Im Wesen erfolgt also die
nung ganz analog wie bei de
verwendeten Hebelapparaten,
dem Unterschiede, dass an S
materiellen Hebels der Lichtst

rayon lumineux, et la bande de
par une plaque sensible.
d'obtenir un agrandissement
ıt des mouvements, on a donné
ıreil des dimensions très grandes.
aques employées mesurent 13
cm.
igures (3) et (4) ci-contre mon-
s dispositions du mécanisme qui
uvoir la plaque.
la vue de face (fig. 3), on dis-
clairement l'appareil d'horlo-
ın voit de même le cadre mobile C
t recevoir la plaque sensible.

ue d'arrière (fig. 4) montre la
lont le mécanisme qui fait mou-
plaque, est relié à la chambre.
oit de même très nettement le
sme électro-magnétique E_1 qui
d'un mouvement d'horlogerie
et alternativement couvre et
·e une partie de la fente.
nregistre ainsi les secondes, ce
met de déduire les vitesses.
ıambre noire employée dans ces
st représentée par la fig 5.

IIe SECTION.

**de voie à adopter pour les lignes
urues par des trains à grande
e.**

— Considérations générales.

d on se pose la question : « Quels
s principes qui doivent régir la
ction d'une voie qui doit offrir
istance suffisante aux fatigues
es par des moteurs se mouvant à
des vitesses », on arrive à la con-
que cette question n'est pas

an Stelle des Papierstreifens die Lichtempfindliche Platte tritt.

Um die Bewegungen in vergrössertem Massstabe zu erhalten, musste der Apparat ziemlich grosse Dimensionen erhalten. Die verwendeten Platten haben das Format 13/36 *cm.*

In den nebenstehenden Figuren 3 und 4 ist der Plattenverschub-Mechanismus dargestellt.

In der Vorderansicht (Fig. 3) sieht man deutlich den Uhrwerks-Mechanismus, sowie den beweglichen Rahmen C, welcher die empfindliche Platte aufnimmt.

In der rückwärtigen Ansicht (Fig. 4) erkennt man, wie der Verschub-Mechanismus mit der Camera verbunden wird.

Auch ist das Electromagnetsystem E_1 deutlich zu sehen, welches in Abhängigkeit von einem selbstständigen Uhrwerke einen Theil des Spaltes abwechselnd verschliesst und öffnet, und so die Secunden bezw. die Geschwindigkeit registrirt.

Die verwendete Camera ist in Fig. 5 dargestellt.

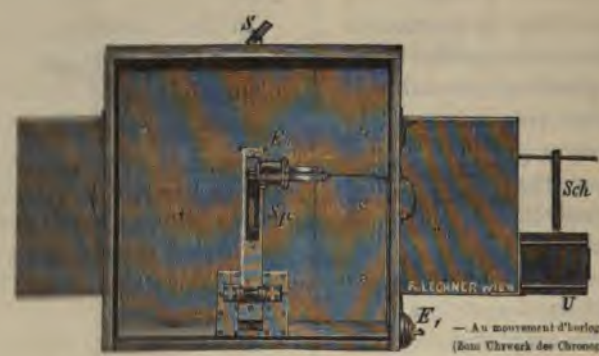
II. ABSCHNITT.

Type für Geleise, welche mit grossen Geschwindigkeiten befahren werden.

A. — Allgemeine Betrachtungen.

Wenn man die Lösung der Aufgabe versucht, die Grundsätze für die Construction eines Geleises festzustellen, welche aus der Bedingung erwachsen, dass das Geleise der Beanspruchung durch grosse Fahrgeschwindigkeiten der darüber rollenden Fahrzeuge genügend

Fig. 3.



— Au mouvement d'horlogerie du chronographe.
(Zum Uhrwerk des Chronographen.)

Fig. 4.

Fig. 5.

Appareil photographique pour enregistrer les déformations de la voie.
(Photographischer Versuchsapparat um die Bewegungen des Geleises zu registriren.)

dans l'état actuel susceptible d'une solution précise.

Bien que la pratique nous montre que des constructions de voie de différents systèmes permettent de grandes vitesses, il ne serait cependant guère possible de décider que des constructions de voies existantes répondent à leur but, soit dans leur ensemble, soit dans leurs détails, au point qu'il puisse suffire d'en copier une pour obtenir une construction rationnelle, que pour autant que le choix fût confirmé, d'un côté, par la manière dont cette voie se comporte dans l'exploitation, et d'un autre côté, par l'examen analytique.

Cependant, lorsqu'on veut passer à l'analyse dont nous venons de parler, en y utilisant les résultats des expériences et des recherches théoriques, on constate que l'application directe de ce moyen fait encore défaut, puisque ces résultats, notamment ceux qui, pour l'usage immédiat, sont donnés sous forme de formules mathématiques, ne permettent pas en grande partie de reconnaître directement l'influence de la vitesse sur la fatigue de la voie, et sur le calcul des dimensions de ses éléments.

Formules existantes. — Les formules dans lesquelles la vitesse intervient comme facteur ont uniquement rapport aux effets qu'elle produit par suite de la force centrifuge engendrée lorsque les moteurs se meuvent dans une courbe.

Force centrifuge horizontale. — Lors-

widerstehen können soll, so gelangt man zur Ueberzeugung, dass eine solche derzeit noch nicht gegeben werden kann.

Die Praxis zeigt zwar, dass verschiedenartige Geleiseconstructionen grosse Fahrgeschwindigkeiten zulassen; ob aber die Constructionen im Ganzen und auch in ihren Einzelheiten derart zweckentsprechend sind, dass man gegebenen Falles nur eine der bestehenden Constructionen zu copiren braucht, um eine rationelle Construction zu erhalten, kann erst entschieden werden, wenn einerseits das Verhalten im Betriebe, anderseits eine analytische Untersuchung dies bestätigt.

Schreitet man nun zur bezüglichen Analyse, indem man die Ergebnisse der Versuche und theoretischen Forschung auf den vorliegenden Fall anwenden will, so versagt dieses einzige vorhandene Hilfsmittel, weil diese Ergebnisse und hauptsächlich diejenigen, welche in der Form von mathematischen Formeln für den unmittelbaren Gebrauch gegeben sind, den Einfluss der Fahrgeschwindigkeit auf die Beanspruchung des Geleises und auf die Berechnung der Dimensionen der Geleiseanlage grösstentheils nicht direct erkennen lassen.

Vorhandene formeln. — Die Formeln, welche die Geschwindigkeit als mitbestimmenden Factor enthalten, beziehen sich ausschliesslich auf diejenigen Wirkungen der Geschwindigkeiten, welche aus der Fliehkraft entstehen, wenn die Fahrzeuge sich krummlinig bewegen.

Horizontale fliehkraft. — Insofern die

ÔS ET POUR
ude théo-
ɔur le cas
; formules
être em-
harges en
ıu lieu des
es valeurs
ɔendant le
envisagées
ıation mo-
endant le
varie pen-
ɛvons avoir
t atteindre
ɛ.
à la déter-
maximum
le cas qui
ısqu'à quel
; la vitesse.

Les varia-
ɡes de roue
ʼturbateurs
véhicules.
sidération,
le, plus les
ɲbreuses et
ɔutre, aug-
les charges
succèdent
les oscilla-
ion ne sont
ıoment où
ıe les deux
ns. La re-
pas encore
ɛ̀es, tout au
ıdement pas
à ce sujet.
n présence

Formeln für Ruhe- und für Bewegungszustände. — Nichtsdestoweniger können diese Formeln zur Berechnung der Geleise auch für bewegte Lasten verwendet werden, wenn statt des Raddruckes während der Ruhe derjenige in die Rechnung eingesetzt wird, welcher während der Bewegung vorhanden ist. Es werden hierbei die statischen Formeln als momentane Zustandsgleichungen während der Bewegung behandelt. Der Belastungszustand wechselt im letzten Falle, und derjenige, welcher ein Maximum darstellt, ist massgebend für die Berechnung des Geleises.

Es kommt also darauf an, dieses Maximum kennen zu lernen, und im vorliegenden Falle hauptsächlich darauf, inwieferne es von der Fahrgeschwindigkeit abhängt.

Einfluss der Fahrgeschwindigkeit. — Die Quellen der Veränderlichkeit der Raddrücke sind die störenden Bewegungen der Locomotive und der Wagen.

Die Fahrgeschwindigkeit kommt dabei insoferne in Betracht, als Druckwechsel um so schneller einander ablösen, je geschwinder gefahren wird; es kann aber auch eine Vergrösserung der Druckamplitude eintreten, wenn die Impulse so schnell einander folgen, dass die Schwingungen in Folge der vorhergehenden Impulse noch nicht beendet sind, bevor ein neuer Impuls gegeben wird, und wenn zugleich dieser letztere in der Richtung der augenblicklichen Schwingung wirkt. Es scheint, dass die technische Forschung diesen Gegenstand noch nicht behandelt hat, wenigstens sind keine Angaben

d'un cas bien existant d'influence de la vitesse sur le calcul de la voie, et qui cependant n'a guère été considéré dans les formules qui concernent celle-ci.

On se trouve ainsi, quant au maximum d'augmentation que la charge de roue peut atteindre, dans une ignorance encore accrue, lorsqu'on veut considérer en même temps l'effet sur la voie de ces variations de charge, et des réactions réciproques que la voie produit sur les grandeurs momentanées de la charge de roue.

Réactions de la voie. — La voie offre, comme on sait, une assise élastique aux moteurs en mouvement sur elle; elle descend sous les charges et cela dans une mesure qui, par approximation avec ce qui se passe réellement, peut être considérée comme proportionnelle à ces charges, celles-ci restant dans certaines limites. Un calcul spécial nous apprend en outre que, sous une charge donnée, la grandeur absolue de cet enfoncement varie avec la raideur de la superstructure et la compressibilité élastique du ballast, mais qu'elle est constante pour une voie donnée, peu importe que cette charge se trouve directement à l'aplomb d'une traverse, ou entre deux traverses consécutives.

Si maintenant la charge conservait pendant son mouvement toujours la même grandeur, on se trouverait en présence d'un état de charge constant, et les enfoncements de la voie seraient les mêmes pour tous les points où elle passe successivement. La charge parcourrait donc en réalité une trajectoire

hierüber allgemein bekannt. Man steht demnach hier vor einem Einflusse der Fahrgeschwindigkeit auf die Berechnung der Geleise, der zwar vorhanden, aber in den bezüglichen Formeln nicht berücksichtigt ist.

Die hieraus entstehende Ungewissheit in der Bestimmung des maximalen Belastungszustandes wird noch vermehrt, wenn die Wirkung des Druckwechsels auf das Geleise und dessen hierdurch hervorgerufene Gegenwirkung auf die augenblickliche Grösse des Raddruckes in Betracht gezogen wird.

Gegenwirkung der Geleise. — Das Geleise bietet bekanntlich den darüber rollenden Fahrzeugen eine elastische Unterlage; es senkt sich unter der Last, und zwar, wie mit Annäherung an die wirklichen Vorgänge angenommen werden kann, innerhalb gewisser Lastgrenzen proportional mit der Grösse der Last. Eine specielle Rechnung lehrt überdies, dass der absolute Betrag dieser Senkung bei gegebener Last zwar verschieden gross ist, je nach der Steifigkeit des Geleises und der Nachgiebigkeit der Bettung, dass er aber bei gegebenem Geleise nahezu vollkommen gleich gross ist, sowohl wenn die Last direct über einer Schwelle, als auch wenn sie zwischen zwei Nachbarschwellen auf der Schiene aufruht.

Wenn nun die Last während der Bewegung immer denselben Werth beibehalten würde, wenn also der Belastungszustand ein constanter wäre, so würde auch die Geleisesenkung an jeder Stelle wo die Last sich augenblicklich befindet, constant sein. Die Bahn, welche die Last thatsächlich beschreiben würde,

située plus bas que le niveau de la voie, mais qui lui serait toujours parallèle et ne serait pas influencée par les oscillations de la voie qui se produiront naturellement. C'est le cas auquel, à titre d'exemple, nous avons fait allusion ci-dessus.

Mais puisque l'état de charge est variable, les enfoncements de la voie, qui lui sont toujours proportionnels, varieront aussi et cela de la même manière. On n'y aura plus, comme dans le cas précédent, un enfoncement uniforme sous chacune des roues du moteur, mais des enfoncements qui tantôt seront moindres, tantôt supérieurs à l'enfoncement uniforme. La trajectoire réellement suivie par la roue du moteur ne sera plus une ligne parallèle à la surface de la voie, mais une ligne ondulée et le moteur sera tantôt soulevé, tantôt abaissé, et cela exactement dans la mesure des différences d'enfoncement qui se produiront.

Ces soulèvements et abaissements donnent naissance à des mouvements oscillatoires de la partie suspendue du moteur, et ces mouvements oscillatoires viennent également augmenter l'amplitude des variations de l'état de charge.

Les augmentations réciproques de l'enfoncement de la voie et de la variation de la charge ne continuent naturellement pas indéfiniment; elles ont, comme tous les phénomènes semblables, une valeur limite qu'elles ne peuvent dépasser. La vitesse entre ici en considération d'une manière tout à fait semblable à celle indiquée en ce qui concerne son effet sur les variations de

wäre zwar tiefer gelegen als die Nivellette des Geleises, aber stets parallel zu derselben, unbeeinflusst von den Oscillationen des Geleises selbst, die selbstverständlich vorhanden sein werden. Es ist dies der Fall, auf den oben beispielsweise hingewiesen wurde.

Ist aber der Belastungszustand ein veränderlicher, so werden wieder die Geleisesenkungen proportional der Last sein, sie werden aber ebenso veränderlich sein, wie der Belastungszustand selbst. Es wird keine constante Senkung unter dem einzelnen Fahrrade eintreten, wie im vorigen Falle, sondern es werden Hebungen über, und Senkungen unter das Niveau der constanten Senkung entstehen. Die thatsächliche Bahn des Fahrzeugrades wird nicht mehr parallel zur Geleisenivellette bleiben, sondern sie wird eine Wellenlinie werden, und das Fahrzeug wird während der Fahrt mit gehoben und mit gesenkt, und zwar genau nach Massgabe des Betrages der nunmehr auftretenden Senkungsänderungen.

Die Hebungen und Senkungen des Fahrzeuges rufen schwingende Bewegungen des abgefederten Theiles desselben hervor, welche ihrerseits den Betrag der Belastungsänderungen vermehren.

Die gegenseitige Steigerung der Geleissenkung und der Belastungsänderung setzt sich selbstverständlich nicht in's Unendliche fort, sondern findet, wie alle ähnlichen Erscheinungen, ihren schliesslichen Grenzwerth. Die Fahrgeschwindigkeit kommt hier in ganz gleicher Weise in Betracht, wie bei ihrer Wirkung auf die Druckwechsel der Locomotiven angegeben wurde,

charge des locomotives, mais son influence est plus grande, puisque son action sur la voie intervient également.

Détermination de l'influence de la vitesse sur le maximum de charge. — La grande influence de la vitesse sur le maximum que l'état de charge peut atteindre pendant le mouvement, ou encore son influence sur ce qu'on nomme l'action dynamique de la charge en mouvement, se trouve démontrée par ce qui précède, mais nous n'avons pas établi sa *quantité*. Cependant, c'est celle-ci que nous devrions connaître pour établir rationnellement une voie, et savoir si elle sera en rapport avec sa fatigue.

Dans l'exposé de la question V-A de la session de Saint-Pétersbourg du Congrès international des chemins de fer, nous nous sommes entretenus d'une manière détaillée des actions dynamiques des moteurs, de la grandeur des enfoncements et des variations d'enfoncements de la voie, mais sans toutefois mettre en évidence l'influence de la vitesse. Nous avons, à cette occasion, fait connaître les évaluations chiffrées de la grandeur de ces actions dynamiques, et nous avons donné pour le calcul de la voie les formules et tableaux permettant d'établir une superstructure en état de satisfaire à son but, du moment qu'on connaît la valeur numérique de l'état de charge maximum et qu'on tient compte de la compressibilité élastique du ballast.

Ainsi qu'il ressort de ce qui précède, l'état de charge maximum dépend de la compressibilité de la voie, du mode de construction des véhicules, notamment des locomotives, et de la vitesse. La

nur wirkt sie hier in verstärktem Masse, weil auch die Wirkung auf das Geleise zur Geltung kommt.

Bestimmung des einflusses der fahrgeschwindigkeit auf das belastungsmaximum. — Der grosse Einfluss der Fahrgeschwindigkeit auf das Maximum des Belastungszustandes während der Fahrt, oder auf die sogenannte dynamische Wirkung der bewegten Last ist hiermit seinem Wesen nach klargestellt, leider nicht auch seiner *Quantität* nach. Gerade auf diese kommt es aber an, wenn das Geleise seiner Beanspruchung entsprechen, und dabei rationell construirt sein soll.

In dem Referate V-A für die Petersburger Session des internationalen Eisenbahn-Congresses sind die dynamischen Wirkungen der Fahrzeuge, und die Grösse der Senkungen und Senkungsänderungen des Geleises ausführlich besprochen, jedoch ohne Hervorhebung des Einflusses der Fahrgeschwindigkeit. Es sind dort für die Grösse der dynamischen Wirkungen ziffermässige Schätzungswerthe, und für die Berechnung der Geleiseformeln und Tabellen angegeben, welche die zweckentsprechende Construction des Geleises unter entsprechender Berücksichtigung der Nachgiebigkeit der Bettung ermöglichen, sobald der maximale Belastungszustand seiner Quantität nach bekannt ist.

Wie im Vorstehenden ausgeführt worden ist, hängt das Belastungsmaximum von dem Grade der Nachgiebigkeit der Geleise, von der Constructionsart der Fahrzeuge, insbesondere der Locomo-

compressibilité de la voie est comprise entre des limites assez étroites, et sa détermination quantitative peut, dans chaque cas concret, se faire avec suffisamment d'exactitude. Seulement, cette détermination ne nous donne pas encore la possibilité d'indiquer la valeur de la charge maximum.

On se trouve donc encore toujours en présence d'une donnée indéterminée lorsqu'on veut établir une construction convenable de voie, en ayant égard à la vitesse avec laquelle les charges se déplaceront.

Le seul moyen dont on dispose pour sortir de la difficulté, consiste à évaluer la limite supérieure du maximum possible ou probable de la charge, et la conséquence est qu'on est obligé d'établir une voie qui, dans la plupart des cas, est plus forte que de besoin.

Relations entre les dépenses pour les moteurs et pour la voie. — Nous devons, à cette occasion, faire remarquer que moteurs et voie forment ensemble un seul et même appareil de traction. Pour que cet appareil soit établi dans les conditions les plus convenables, il faut que les *coûts réunis* de construction et d'entretien du matériel roulant et de la voie soient en rapport avec la capacité de l'ensemble, c'est-à-dire que la somme de ces coûts soit un minimum. La construction d'un matériel, pouvant être établi et entretenu dans les meilleures conditions d'économie, est presque toujours liée à la nécessité d'avoir une voie plus coûteuse comme établissement et entretien;

tive, und von der Fahrgeschwindigkeit ab. Die Nachgiebigkeit des Geleises ist innerhalb ziemlich enger Grenzen beschränkt und kann deren quantitative Bestimmung in jedem concreten Falle genau genug geschehen. Damit allein ist aber noch nicht die Möglichkeit vorhanden das Belastungsmaximum zu bewerthen.

Man steht daher immer einer unbestimmten Aufgabe gegenüber, wenn man eine zweckentsprechende Construction eines Geleises in Hinsicht auf die Bewegungsgeschwindigkeit der Last angeben soll.

Der einzige Ausweg, der sich hier darbietet, besteht in der Schätzung der oberen Grenze des möglichen oder wahrscheinlichen Belastungs-Maximums, und die Folge hiervon ist, dass man gezwungen wird, das Geleise in den meisten Fällen stärker herzustellen, als wirklich nothwendig wäre.

Beziehung zwischen kosten für fahrzeuge und für geleise. — Es wird bei dieser Gelegenheit in Kürze darauf hingewiesen, dass Fahrzeuge und Geleise zusammen einen einheitlichen Tractionsapparat bilden. Die zweckmässigste Construction des letzteren erfordert, dass die Kosten für den Bau und die Erhaltung der Fahrzeuge, sowie diejenigen für den Bau und die Erhaltung der Geleise, *zusammen* der Leistungsfähigkeit des Gesammtapparates entsprechen, bezw. ein Minimum werden. Die Herstellung von Fahrzeugen, die möglichst billig erzeugt und erhalten werden können, ist fast immer mit der Nothwendigkeit verbunden, die Geleise kostspieliger in Bau und Erhaltung her-

les dépenses à faire de ce chef peuvent, à cause de la grande longueur de la voie, devenir si considérables qu'il vaut la peine, dans chaque cas concret, d'examiner si les coûts réunis sont aussi, en réalité, un minimum.

Lorsqu'on considère que les vitesses deviennent de plus en plus grandes, que le nombre et le tonnage brut des express augmentent constamment, que l'on cherche, malheureusement, trop souvent à introduire dans la construction des locomotives d'une puissance donnée, des dispositions permettant de les avoir au moindre prix possible, lorsqu'on considère, en outre, qu'on est obligé de construire la voie plus solidement qu'il est absolument nécessaire parce qu'on doit, en général, par mesure de précaution, prendre une valeur numérique trop grande pour la charge maximum, on arrive à constater que la capacité de résistance de la voie est mise en jeu par des sollicitations si importantes, que la question se pose jusqu'à quel point on pourra encore pousser celles-ci.

LIMITE SUPÉRIEURE DE LA CAPACITÉ DE RÉSISTANCE DE LA VOIE. — Lorsqu'on examine cette question, on arrive à ce résultat que la capacité de résistance de la voie a une limite, qui ne dépasse pas très notablement celle des voies de construction renforcées existantes actuellement.

Deux circonstances ont une influence principale sur ce résultat, d'abord la nécessité d'utiliser les matériaux dont on dispose sur place pour le ballast et pour l'infrastructure (notamment pour

zustellen; bei der grossen Länge der Geleise sind die Kosten derselben so bedeutend, dass es sich wohl lohnt in jedem concreten Falle zu untersuchen, ob die oben genannte Kostensumme auch thatsächlich ein Minimum ist.

Bei dem Umstande, dass die Ansprüche an das Geleise immer zunehmen, indem die Fahrgeschwindigkeiten vergrössert, die Anzahl der schnellfahrenden Züge und ihre Belastungen vermehrt, und die Locomotiven leider vielfach so gebaut werden, dass ihre Kosten bei gegebener Leistungsfähigkeit möglichst klein werden, bei dem Umstande ferner, als man gezwungen ist, die Geleise widerstandsfähiger zu bauen, als unbedingt nothwendig wäre, indem der Schätzungswerth ihrer Maximalbelastung der gebotenen Vorsicht wegen in der Regel zu hoch angenommen wird, gelangt man zu sehr bedeutenden Ansprüchen an die Widerstandsfähigkeit der Geleise, so dass die Frage entsteht, wie weit diese Ansprüche getrieben werden dürfen.

OBERE GRENZE FÜR DIE ERREICHBARE WIDERSTANDSFÆHIGKEIT DER GELEISE. — Bei Untersuchung dieser Frage gelangt man zum Ergebnisse, dass die Widerstandsfähigkeit der Geleise eine obere Grenze hat, welche nicht sehr hoch über der Widerstandsfähigkeit der gegenwärtig hergestellten Geleise starker Bauart liegt.

Zwei Elemente sind es, die dieses Ergebnis hauptsächlich bedingen, nämlich : Erstens die Nothwendigkeit der Verwendung des örtlich vorhandenen Materiales für die Bettung und den Un-

les parties de celle-ci établies au moyen de terres); ensuite la largeur, irrévocablement fixée, de la jauge de la voie.

D'après les résultats d'expériences concordantes, le ballast et l'infrastructure ne permettent pas une pression par centimètre carré supérieure à 2 à 3 *kg*. La valeur inférieure $p = 2$ *kg* par cm^2 est celle que la pression peut atteindre pour que les détériorations de ballast ne se produisent qu'au bout d'un temps relativement long, et pour que les dépenses nécessitées par un entretien assurant une bonne viabilité ne deviennent pas trop onéreuses.

L'étendue de la surface, par laquelle la pression s'exerce sur le ballast, dépend de la grandeur des faces inférieures des traverses qui transmettent la charge de rail au ballast.

De son côté, la charge de rail maximum se déduit de la charge de roue maximum momentanée, due au moteur, et de la raideur du rail.

La raideur du rail entre en considération pour autant que la charge qui agit sur le rail se transmet à d'autres traverses qu'à celle directement située sous elle. Le calcul relatif à ce point nous apprend cependant que la raideur voit l'augmentation de son efficacité décroître rapidement, à mesure qu'elle-même augmente, et *c'est avec un rail d'environ 45 kg qu'on a la limite au delà de laquelle un renforcement du rail est presque complètement inefficace pour la répartition de la charge sur un plus grand nombre de traverses.*

Tandis que la charge maximum agit

terbaukörper, insoweit er aus erdigem Materiale hergestellt werden muss; zweitens das unverrückbar festgestellte Mass für die Spurweite.

Bettung und Untergrund gestatten nach den Ergebnissen der einschlägigen Versuche keine grössere Belastung als etwa 2—3 *kg* per cm^2 gedrückter Bettungsfläche. Hiebei ist der untere Werth $p = 2$ *kg* per cm^2 derjenige, bei welchem Zerstörungen der Bettung erst in relativ längerer Zeit erfolgen, bei welchem bei guter Gebrauchsfähigkeit des Geleises die Bahnerhaltung nicht zu kostspielig wird.

Die Grösse der verfügbaren Druckfläche auf die Bettung hängt von der Grösse der Unterflächen der Schwellen ab, welche den Schienendruck auf die Bettung übertragen.

Der maximale Schienendruck wird seinerseits bestimmt von der momentanen Maximalbelastung durch die Fahrzeuge und von der Steifigkeit der Schiene.

Die Steifigkeit kommt insoferne in Betracht, als sie den Druck, der auf die Schiene wirkt, auf eine Anzahl Schwellen überträgt, welche nicht direct unter der Last die Schiene stützen. Die bezügliche Rechnung lehrt aber, dass die Zunahme dieser Wirksamkeit der Steifigkeit sich sehr rasch verringert, wenn man die Steifigkeit gleichmässig vergrössert, und *dass bei einer Schiene von etwa 45 kg die Grenze gefunden wird, von welcher ab eine Verstärkung der Schiene beinahe ganz unwirksam ist auf die Einbeziehung weiterer mittragender Schwellen.*

Während die Maximalbelastung ihrem

avec toute son intensité, on ne dispose d'aucun moyen de la répartir sur un plus grand nombre de traverses, si l'on ne veut pas arriver à des constructions extraordinaires de rail, et à leur donner la forme d'un epoutre en tôle, voire d'une poutre en trellis, ou encore arriver à ces constructions dans lesquelles on voit des rails reposer sur des longrines en forme de treillis, fixées sur traverses. Abstraction faite qu'on en arrive ainsi à des constructions qu'on ne peut qualifier de rationnelles, et consistant à avoir des poutres continues trop raides, reposant sur appuis élastiques, ces extravagances, produites par une imagination se donnant libre cours, s'excluent d'elles-mêmes à cause de la dépense élevée de leur réalisation.

Un meilleur moyen de répartir la charge donnée sur le plus grand nombre possible de traverses, et, partant, sur la plus grande surface possible de ballast, consiste dans la réduction de l'espacement des traverses et dans l'augmentation de leur surface d'appui.

Ces deux mesures ont cependant leurs limites; la première, parce qu'il faut conserver la possibilité du bourrage; la seconde, parce que, d'une part, la largeur des traverses ne peut être trop grande si on veut pouvoir bien bourrer en-dessous, et que, d'autre, part la longueur qu'on peut convenablement leur donner dépend de la jauge. L'allongement des traverses ne peut, en effet, porter que sur les parties situées à l'extérieur des deux files de rails. Lorsque cet allongement dépasse une certaine limite, les charges de rail qui agissent à l'inté-

vollen Werthe nach wirkt, ist kein Mittel vorhanden, sie auf eine grössere Anzahl Schwellen zu vertheilen, es sei denn, dass man monströse Constructionen der Schiene nicht verschmähen und dieselbe zu einem Fachwerksträger ausbilden oder etwa fachwerksförmige Langschwellen auf die Querschwellen, und auf erstere die Schienen auflegen will. Abgesehen davon, dass man hier zu sehr steifen continuirlichen Trägern gelangt, welche auf elastischen Stützen ruhen, was keine rationelle Construction genannt werden kann, verbieten sich solche Extravaganzen einer frei schweifenden Phantasie durch die Kosten ihrer Realisirung.

Ein besseres Mittel zur Vertheilung der gegebenen Belastung auf eine möglichst grosse Schwellenanzahl und weiters auf eine möglichst grosse Fläche der Bettung ist durch die Verringerung des Schwellenabstandes und durch die Vergrösserung der Schwellenunterfläche gegeben.

Beide Massnahmen sind jedoch begrenzt; die erstere durch die offen zu haltende Möglichkeit der Unterstopfung, die zweite dadurch dass die Schwellenbreite der guten Unterstopfung wegen ein gewisses Mass nicht überschreiten darf, und dass endlich die zweckmässige Schwellenlänge von der Spurweite abhängt. Hat nämlich die Verlängerung der Schwellen eine gewisse Grenze überschritten, so bewirken die in Spurweitedistanz wirkenden Schienendrücke eine Hebung der Schwellenenden, so dass die über-

rieur de la jauge provoquent un soulèvement de leurs extrémités et les parties de la longueur en excès ne portent plus.

On peut dans un premier calcul provisoire déterminer la capacité de résistance de la plus forte voie pouvant être établie sur plate-forme en terre, au moyen des valeurs encore possibles, indiquées ci-après.

La résistance de l'assiette des traverses a pour mesure le coefficient de ballast C, c'est-à-dire, la charge par unité de surface capable de produire une compression de ballast de 1 *cm*. Les expériences ont montré que C est compris entre 3 et 8 *kg* par cm^2. On peut admettre que dans la plupart des cas la plus grande valeur qu'on puisse avoir pour C, c'est $C = 5$ *kg*, car des valeurs supérieures de C ne se réalisent que dans le cas d'un sous-sol exceptionnellement ferme, atteignant la fermeté du rocher. Par contre, on peut avec un sous-sol relativement mauvais obtenir $C = 5$ pourvu que ce sous-sol soit bien asséché, et qu'on donne à la couche de ballast une forte épaisseur.

On admettra pour les traverses une épaisseur de 30 *cm* et une longueur de de $2\,l = 270$ *cm*; le produit du moment d'inertie par le module d'élasticité sera approximativement de $E'\,I' = 8 \times 10^8$ cm^4, on supposera les traverses espacées de $a = 60$ *cm*.

Les rails auront un moment d'inertie d'environ $I = 1{,}800$ cm^4, ce qui correspond à la section du rail le plus lourd arrivé à la limite extrême d'une utilisation économique.

Pour la charge de rail P agissant sur la traverse située directement sous la

schüssigen Längen der Schwelle nicht mehr mittragen.

Die Widerstandsfähigkeit des stärksten, auf Erdkörpern gelagerten Oberbaues, welcher hergestellt werden kann, lässt sich beiläufig durch Annahme der folgend angeführten, noch möglichen Werthe berechnen.

Die Widerstandsfähigkeit des Schwellenlagers wird durch den Bettungscoëfficienten (C) gemessen, das ist durch die Grösse des Druckes pro Flächeneinheit, welche die Zusammenpressung der Bettung von 1 *cm* erzeugt. Die Versuche haben ergeben, dass $C = 3 - 8$ kg/cm^2 ist. Man kann annehmen, dass man in den überwiegend meisten Fällen höchstens $C = 5$ *kg* per cm^2 erhalten kann, da die höheren Werthe für C schon aussergewöhnlich festen bis felsigen Untergrund verlangen. Den Werth $C = 5$ kann man auch bei verhältnismässig schlechtem Untergrund erzielen, wenn man die Trockenhaltung desselben sorgfältigst bewirkt und eine reichlich starke Bettung verwendet.

Die Schwellen werden $b = 30$ *cm* breit und $2l = 270$ *cm* lang angenommen. Das Product aus Trägheitsmoment und Elasticitätsmodul soll dabei etwa $E'I' = 8 \times 10^8$ cm^4 betragen. Der Schwellenabstand soll $a = 60$ *cm* sein.

Die Schienen sollen ein Trägheitsmoment von circa $I = 1{,}800$ cm^4 haben, was der schwersten Schiene entspricht, die an der äussersten Grenze der noch ökonomisch nutzbaren Schienengewichte sich befindet.

Der Schienendruck P auf die Schwelle, welche direct unter der Last liegt, ist,

charge, on peut, en désignant celle-ci par G, poser P = 1/2 G dans le cas d'un moteur avec essieux faiblement espacés et P = 0·4 G dans le cas d'un moteur avec essieux plus largement espacés.

La plus grande pression du ballast p_r par unité de surface, se calcule d'après les formules ou les tableaux qu'on trouve dans la note, *la traverse et son assise;* on trouve dans cette note que pour une traverse caractérisée par $b = 30, l = 135$ et $\frac{E'I'}{10^6} = 8$, p_r *a* en *kg cm²* par P = 1,000 *kg* les valeurs suivantes :

Pour les traverses partiellement bourrées :

C = 3. . . . . p_r = 0·298 P.

C = 8. . . . . p_r = 0·325 P.

C = 5. . . . . p_r = 0·31 P.

On remplacant P par les valeurs indiquées ci-dessus, on trouve

$$p_r = 0{\cdot}31 \times \left\{ \begin{matrix} 0{\cdot}4 \\ 0{\cdot}5 \end{matrix} \right\} G$$

c'est-à-dire p_r = 0·12 G lorsque les essieux sont très écartés et p_r = 0·16 G lorsque les essieux sont faiblement écartés. Pour que p_r ne devienne pas supérieur à 2 *kg*, il faut avoir suivant le cas

$$G \text{ max} = \frac{2}{0{\cdot}12} \text{ ou } 16{\cdot}7 \text{ tonnes}$$

$$\text{et} \quad G \text{ max} = \frac{2}{0{\cdot}15} \text{ ou } 12{\cdot}5 \quad —$$

Pour les traverses partiellement bourrées, la charge de roue dynamique ne peut dépasser 12·5 ou 16·7 tonnes, suivant que les essieux sont largement ou faiblement espacés.

Si à l'état de repos la charge de roue est égale à 7 tonnes, elle peut pendant

wenn mit G der Werth des Raddruckes bezeichnet wird, annäherungsweise bei engem Radstand P = 1/2 G, und bei weitem Radstande P = 0·4 G anzunehmen.

Der grösste Bettungsdruck p_r pro Flächeneinheit ist nach den Formeln oder Tabellen, welche in der Abhandlung « die Schwelle und ihre Lager » gegeben sind, zu berechnen. Man findet dort, dass p_r in *kg/cm²* für P = 1,000 *kg*, wenn $b = 30, l = 135$ und $\frac{E'I'}{10^6} = 8$ sind, folgende Werthe hat :

Für theilweise unterstopfte Schwellen :

C = 3. . . . . p_r = 0·298 P.

C = 8. . . . . p_r = 0·325 P.

C = 5. . . . . p_r = 0·31 P.

Führt man für P die oben gegebenen Ausdrücke ein, so folgt :

$$p_r = 0{\cdot}31 \times \left\{ \begin{matrix} 0{\cdot}4 \\ 0{\cdot}5 \end{matrix} \right\} G$$

oder

p_r = 0·12 G bei grossen Achsständen
p_r = 0·16 G » kleinen »

Soll p_r nicht grösser als 2 *kg/cm²* werden, so wird bezw.

$$G \text{ max} = \frac{2}{0{\cdot}12}, \text{ oder } 16{\cdot}7 \text{ Tonnen}$$

$$G \text{ max} = \frac{2}{0{\cdot}16}, \quad » \quad 12{\cdot}5 \quad »$$

Wenn die Schwellen theilweise unterstopft sind, darf der dynamische Raddruck 12·5 bis 16·7 Tonnen, je nach dem Achsstande, gross werden.

Wird der Raddruck beim Ruhezustande mit 7 Tonnen angenommen, so

le mouvement être augmentée dans le rapport 1·8 à 2·4.

L'effet de la vitesse sera d'autant plus intense que le mouvement sera plus saccadé et plus inégal. Si l'on emploie des locomotives dont les variations de charge sont faibles, une voie présentant la même solidité que celle que nous venons de considérer ci-dessus, permettra encore un accroissement notable d'intensité de trafic, et principalement de la vitesse; dans le cas contraire, on atteindra bien vite la résistance limite que la voie peut offrir, ainsi que cela se constate sur des sections de voies solidement construites, dont l'entretien devient coûteux, dès qu'on cherche à réaliser de grandes vitesses avec des locomotives qui ne sont pas entièrement construites dans ce but,

La quantité dont on peut, en raison de l'accroissement de la vitesse, augmenter la fatigue d'une voie construite conformément aux systèmes aujourd'hui en usage, de façon à ce qu'elle soit encore suffisante, ne se laisse pas déduire d'une façon précise des considérations exposées plus haut, mais il est clair que la limite de cette augmentation ne se trouve pas bien au delà de ce qu'on exige déjà actuellement de la voie.

La nécessité de conserver les systèmes actuellement suivis dans l'établissement de voies, tout au moins pendant un temps encore passablement long, exige qu'on se préoccupe actuellement de déterminer avec soin les dimensions les plus convenables des diverses parties des locomotives. On n'arrivera à pouvoir satisfaire à un important accroissement des exigences du trafic que lorsque les

darf er während der Bewegung auf das 1·8 bis 2·4fache anwachsen.

Die Wirkung der Fahrgeschwindigkeit wird um so intensiver, je unruhiger und ungleichmässiger die Bewegung ist. Bei Verwendung von Locomotiven, welche wenig Druckwechsel haben, wird eine so kräftig gebaute Bahn, wie die vorstehend in Rechnung genommene, noch eine namhafte Steigerung der Verkehrsintensität und hauptsächlich der Fahrgeschwindigkeit gestatten, andernfalls wird die Grenze des erforderlichen Bahnwiderstandes sehr bald erreicht, wie dies bei bestehenden, kräftig gebauten Bahnen stellenweise in der kostspieligen Bahnerhaltung sich zu erkennen gibt, wenn grosse Fahrgeschwindigkeiten mit nicht ganz geeigneten Locomotiven bewirkt werden.

Wie gross die Steigerung der Beanspruchung der Geleise und insbesondere hinsichtlich der Steigerung der Fahrgeschwindigkeit werden kann, um ihr noch mit Bahnen nach der gegenwärtig üblichen Bauweise genügen zu können, lässt sich aus den früher angegebenen Gründen nicht genau angeben; aber dass die Grenze für die Steigerung nicht allzu hoch über den bereits bestehenden Forderungen an das Geleise liegt, ist ersichtlich.

Die Nothwendigkeit, die wesentlichen Grundlagen der gegenwärtig üblichen Herstellungsart der Fahrbahn auch fernerhin, wenigstens noch während einer ziemlich langen Zeit, beizubehalten, bedingt somit schon gegenwärtig eine sorgfältige Ermittlung der zweckmässigsten Dimensionen der Constructions-Details, und es wird einer wesentlichen Steigerung der Verkehrsbedürfnisse nur

locomotives auront aussi été construites de façon à ce que la voie ne doive plus seule lutter contre l'entière augmentation des fatigues du mouvement.

Il va de soi que nous ne supposons pas dans ces considérations, que les nombres qui ont été calculés ci-dessus pour la plus grande valeur de l'état de charge pendant le mouvement, représentent avec précision l'expression numérique réelle de celui-ci : Les hypothèses auxquelles nous sommes réduits en ce qui concerne le coefficient de ballast, et la plus grande pression admissible pour le ballast, sont par elles-mêmes déjà trop incertaines pour permettre d'obtenir cette précision.

En pratique, on voit des voies plus faiblement construites que celles dont nous nous sommes servi dans les calculs, parcourues par des trains lourds remorqués par des machines à plusieurs essieux couplés, et à de grandes vitesses, et celà se continue aussi longtemps que le permet l'état d'entretien. On ne peut cependant pas considérer comme rationnellement construite une voie dans laquelle on ne pourrait conserver un trafic de même intensité, qu'en recourant à des travaux trop fréquents de redressement, et c'est aussi à ce point de vue qu'on doit se placer pour apprécier la valeur que nous avons trouvée par le calcul comme limite supérieure de la capacité de service d'une voie.

Alignement de la voie. — Jusqu'à présent, nous n'avons pas fait intervenir dans l'alignement de la voie nos considérations; celui-ci est cependant également de grande influence

dann entsprochen werden können, wenn auch die Locomotiven derart gebaut werden, dass nicht das Geleise allein den ganzen Zuwachs der Ansprüche des Verkehrs bewältigen soll.

Selbstverständlich ist bei dieser Erwägung nicht vorausgesetzt, dass die oben berechneten Werthe für den grössten Belastungszustand während der Fahrt thatsächlich den präcisen ziffermässigen Ausdruck desselben bedeuten. Die Annahmen der Werthe für den Bettungscoëfficienten und für den zulässigen grössten Bettungsdruck sind allein schon unsicher genug, um diese Präcision nicht erreichen zu lassen.

Man befährt auch thatsächlich Bahnen, welche schwächer construirt sind, als die Bahn, welche der Rechnung zu Grunde gelegt wurde, mit schweren Zügen, mehrfach gekuppelten Locomotiven und mit grosser Fahrgeschwindigkeit, und thut dies so lange, als die Erhaltung der Geleise es erlaubt. Man kann aber gewiss eine Bahn nicht als rationell gebaut bezeichnen, wenn der Verkehr auf derselben nur durch allzuhäufige Regulirungen der Geleise möglich erhalten wird, und das ist auch der Gesichtspunkt von dem aus die berechnete obere Grenze der Leistungsfähigkeit der stärksten Bahn zu beurtheilen ist.

Alignement der geleise. — In den bisherigen Erwägungen ist die Nivellette und das Alignement der Geleise nicht in Betracht gezogen worden, beide sind aber auch von grossem Einfluss, wenn

lorsqu'il s'agit d'augmenter la vitesse des trains.

Des voies avec fortes pentes et rampes exigent des locomotives d'un grand poids adhérent; les essieux accouplés doivent donc être nombreux et faiblement espacés. Nous avons déjà fait ressortir l'influence fâcheuse de telles locomotives sur la voie, et nous devons insister sur l'importance particulièrement grande de cette influence, quand les vitesses deviennent considérables. Si l'on ne peut éviter de fortes déclivités sur certaines sections, ce qu'il y a de mieux à faire, c'est de réduire la vitesse sur les parties déclives et sur celles à profil plus facile intercalées, et de changer le plus tôt possible de moteur.

Il est tout aussi important d'éviter les courbes raides. Celles-ci exigent de forts surhaussements qui sont par eux-mêmes une source de nuisances pour la voie, parce qu'ils sont cause d'une répartition inégale des charges sur les deux roues d'un même essieu. La longueur de la courbe de transition, et conséquemment celle de la rampe existante dans la file extérieure, ne peuvent en pratique dépasser certaines limites, lesquelles sont d'autant plus faibles que les courbes et contre-courbes se succèdent à des distances plus rapprochées.

Avec une vitesse atteignant, par exemple, 60 *km* à l'heure, une courbe de transition de 70 *m* de longueur est parcourue en 4 secondes; ce temps est extrêmement court, et c'est pour ainsi dire par un soubressaut que le véhicule arrive à la position oblique qui correspond au surhaussement.

La partie suspendue du moteur reçoit

es sich um Einführung höherer Fahrgeschwindigkeiten handelt.

Bahnen mit starken Steigungen und Gefällen bedingen grosse Adhäsionsgewichte der Locomotiven und in weiterer Folge mehrfach gekuppelte Achsen mit kurzen Achsständen. Der schädliche Einfluss solcher Locomotiven auf das Geleise ist bereits erörtert, und ist darauf hingewiesen worden, dass er besonders gross wird, wenn mit ihnen schnell gefahren wird. Sind stellenweise grosse Bahnneigungen unvermeidlich, so bleibt nichts übrig, als dieselben und auch die zwischenliegenden, schwach geneigten Strecken langsamer zu befahren und thunlichst bald Locomotivwechsel eintreten zu lassen.

Ebenso wichtig ist auch die Vermeidung scharfer Curven. Dieselben bedingen grosse Ueberhöhungen, welche schon an und für sich dem Geleise abträglich sind, weil sie eine ungleiche Lastvertheilung auf die Räder rechts und links der Fahrzeuge bewirken. Die Länge der Uebergangscurven und damit die Steigung des äusseren Schienenstranges kann practisch nicht über ein gewisses Mass hinaus gewählt werden, und dies umso weniger, wenn Curven und Gegencurven in einer Strecke einander rasch ablösen.

Bei einer Fahrgeschwindigkeit von nur 60 *km* pro Stunde zum Beispiel und einer Uebergangscurve von 70 *m* Länge, wird die letztere in rund 4 Secunden durchfahren; in dieser äusserst kurzen Zeit, also beinahe ruckweise, wird auch die Schiefstellung des Fahrzeuges in Folge der Ueberhöhung bewirkt. Der abgefederte Theil des Fahr-

ent au moteur, et l'influence de la se s'exerce ici d'une manière ana- à celle exposée plus haut.

est très probable qu'en général on d des surhaussements trop élevés. est démontré non seulement par la ie et les essais, mais aussi par l'ex- nce pratique procurée par quel- cas particuliers.
semble qu'on puisse admettre que courbes d'un rayon supérieur m, et dans lesquelles on ne don- t aucun surhaussement, pourraient parcourues sans danger, même à itesses de 100 *km* à l'heure.

B. — Propositions spéciales.

sitions spéciales pour le type d'une e devant être parcourue par des ins de grande vitesse.

l'ensemble des discussions pré- ites, on peut déduire les points de ci-après, relatifs à la manière blir une voie devant satisfaire à un l trafic et devant notamment être urue à de grandes vitesses.

LLAST ET SOUS-SOL. — Le constructeur u'une action limitée sur les qua- du ballast et du sous-sol ; on cher- de les choisir le mieux possible ard aux conditions locales.

cherchera par l'assèchement de astructure et la mise en œuvre e épaisse couche de ballast à nir un coefficient de ballast au s égal à 5.

welche sie denselben ertheilt, und wirkt auch die Fahrgeschwindigkeit in analoger Weise, wie angegeben wurde.

Die Ueberhöhungen werden höchst wahrscheinlich im Allgemeinen zu hoch genommen. Theorie und Versuch, sowie auch practische Durchführung in Einzelfällen weisen dies nach.

Man kann wol annehmen, dass Curven von mehr als 400 *m* Radius, auch bei Fahrgeschwindigkeiten von circa 100 *km* per Stunde noch immer gefahrlos befahren werden dürfen, auch wenn ihnen keine Ueberhöhung gegeben wird.

B. — Specielle anträge.

Specielle Angaben für die Type eines Geleises, welches mit grosser Geschwindigkeit befahren werden soll.

Nach allen bisherigen Erörterungen gelangt man sonach zu folgenden Ansichten über die Art der Herstellung einer Bahn, welche grossem Verkehre, hauptsächlich der Befahrung mit grosser Geschwindigkeit genügen soll.

Bettung und untergrund. — Die Qualität der Bettung und des Untergrundes ist der Disposition des Constructeurs nur in beschränktem Masse freigegeben, sie soll aber so gut, als die örtlichen Umstände es gestatten, gewählt werden.

Man wird durch Trockenlegung des Unterbaues und durch Aufbringung einer reichlich starken Bettung einen Bettungscoefficienten von mindestens C = 5 erzielen.

Le ballast doit être constitué au moyen d'une matière exempte de terre, et présenter d'une façon durable la plus grande résistance possible à l'écrasement sous l'action des charges. On pourra dans la plupart des cas obtenir un ballast offrant une résistance d'environ 2 *kg* par *cm*² de surface comprimée.

Il est recommandé de ne pas donner moins de 30 *cm* d'épaisseur au ballast sous les traverses, et cette couche doit comprendre une assise d'au moins 15 *cm* composée d'éléments se laissant bien bourrer. La couche devra avoir une épaisseur plus grande si on a affaire à une infrastructure facilement déformable, et si les traverses ont un espacement supérieur à 80 *cm*.

Lorsque l'infrastructure ne peut être suffisamment protégée contre l'humidité, et s'amollit ainsi en dessous du ballast, il faut que la couche de celui-ci sous la traverse ait une épaisseur égale à l'espace laissé libre entre elles, et cela afin de prévenir la formation nuisible de poches remplies de ballast dans le corps de la plate-forme des terrassements, on doit, en tout cas, adopter un mode de construction tel, que la voie ait encore toute la résistance nécessaire lorsque le coefficient du ballast n'a plus ensuite de sa diminution graduelle qu'une valeur C = 3.

Pour n'importe quelle construction de voie, il faudra toujours avoir devant les yeux, que sa capacité d'utilisation devient très faible, lorsque les charges de roue des véhicules en mouvement produisent des pressions de ballast supérieures à 2 *kg* par *cm*².

Die Bettung soll aus erdfreiem riale bestehen und dauernd einen lichsten Widerstand gegen Zerst durch Pressung bieten. Die Fest von circa 2 *kg* per *cm*² gedrückte tungsfläche wird wohl in den m Fällen erreicht werden können.

Es empfiehlt sich die Dicke de tung unter der Schwellenunter nicht unter etwa 30 *cm* anzuor wobei mindestens eine Schicht 15 *cm* aus gut stopfbarem Mat vorhanden sein muss. Sie ist z grössern, wenn der Unterbau deformirbar ist und bei Anordnur Schwellendistanzen über 80 *cm*.

Bei einem Unterbau, welche Durchnässung nicht genügend ges werden kann, und welcher dabei der Bettung sehr weich wird, i Dicke der Bettung unter der Sc dem Lichtraume zwischen den S len gleich zu setzen, um die Bi der so schädlichen Schottersäc Erdkörper zu verhindern; die G construction wird jedenfalls wählen sein, dass der volle Wide soweit herabsinkt, dass er nur durch den Coefficienten C = 3 b werden kann.

Bei allen Constructionen der ist sich vor Augen zu halten, da Gebrauchsfähigkeit eines Geleise geringere wird, wenn die Radbel gen des bewegten Fahrzeuges Bettungsdruck hervorbringen, w mehr als 2 *kg* per *cm*² beträgt.

·sque cela arrive, l'entretien de la
levient sensiblement plus coûteux,
que des fatigues de telle nature
ɔur cause une destruction partielle
llast, qui devient tout d'abord visi-
ıx traverses de joint.

ıVERSES. — La voie pour trains ra-
réclame la mise en œuvre de tra-
ɜ de grande longueur et d'une
ır convenable.
. montré ailleurs les avantages des
rses longues, et insisté sur ce
les procurent à la voie une plus
le base, et, par conséquent, la plus
assiette possible sur la couche de
st.

ɜ avantages ont pour conséquence
les voies établies avec de pareilles
·ses offriront beaucoup plus de
ɜur au roulement, et donneront
int de vue de l'entretien les meil-
résultats.
ɜt spécialement en Angleterre que
rience de cette pratique a été faite
ıe grande échelle, car les traverses
uniformément comme dimen-
longueur 2·72 *m*, largeur 0·254 *m*,
eur 0·127 *m*; de plus, leur section
ıarrie.

devrait, en raison de cette expé-
·, donner aux traverses en bois des
pour express, les dimensions
ci-après : longueur 2·70 *m*, lar-
)·26 *m*, épaisseur 0·14 *m*; cette der-
dimension est proposée plus forte
ırd à la longueur des tire-fond ou
ɔons en usage dans les voies
ıles.
· traverses métalliques en fer de-

In diesem Falle wird die Bahnerhaltung wesentlich theurer, weil eine derartige Inanspruchnahme eine theilweise Zerstörung der Bettung zur Folge hat, die zunächst an den Stossschwellen wahrnehmbar auftritt.

SCHWELLEN. — Das Geleise für den Schnellzugsverkehr erheischt die Verwendung langer Schwellen von entsprechender Breite.

An anderer Stelle habe ich die Vortheile der längeren Schwelle eingehend geschildert und darauf hingewiesen, wie durch diese dem Geleise eine grössere Basis gegeben, und für dasselbe eine möglichst grosse Auflagerfläche auf der Bettung geschaffen wird.

Diese Vorzüge haben zur Folge, dass mit solchen Schwellen hergestellte Geleise sich viel ruhiger befahren, und dass selbe in der Bahnerhaltung die besten Ergebnisse aufweisen.

Speciell bei den in England ausgeführten Geleisen kann diese Erfahrung im Grossen gemacht werden, da hier in der Regel nur Schwellen mit einheitlichen Dimensionen u. z. von 2·72 *m* Länge, 0·254 *m* Breite und 0·127 *m* Dicke mit rechteckigem Querschnitte in Verwendung sind.

Auf Grund dieser Erfahrungen wären die Schwellen für Schnellzugslinien einheitlich mit 2·7 *m* Länge, 0·26 *m* Breite, 0·14 *m* Dicke zu empfehlen — die letztgenannte vergrösserte Dimension mit Rücksicht auf die Länge der Nägel oder Tirefonds bei Vignolesoberbau.

Für Schwellen aus Eisen wären die

*

vraient avoir même longueur et même largeur que celles en bois; quant à la section transversale à adopter, elle devrait avoir une disposition telle que le produit de son moment d'inertie par le module d'élasticité, divisé par 10^8, ne soit pas inférieur à 5, (c'est-à-dire qu'on ait $(\frac{E'I'}{10^8} \geqq 5)$.

On recourra, pour prolonger la vie des traverses, à l'injection au moyen de substances appropriées, notamment d'huile de créosote, et on fera en sorte d'éviter de devoir les entailler aux surfaces d'appui des rails.

Résistance D. — La résistance D, que la traverse oppose à son enfoncement ou à son impression dans le ballast, est une grandeur à établir par le calcul proportionnel au produit de la surface inférieure de la traverse et du coefficient de ballast.

La grandeur de cette résistance, qui a de l'influence sur la raideur de la voie, a pour expression D = 8,600 dans le cas de la traverse proposée ci-dessus comme type, et d'un coefficient de ballast C = 3.

Espacement des traverses. — L'espacement des traverses est un facteur important de la construction de la voie, car il a, d'une part, de l'influence sur la capacité de résistance du rail, et, d'autre part, envisagé dans ses rapports avec les positions occupées par les roues des véhicules, il modifie la charge de rail et la pression de ballast qui en dépend.

En outre, l'espacement des traverses détermine la grandeur de la surface d'appui sur le ballast, et le nombre des attaches du rail aux traverses.

gleichen Dimensionen für Länge und Breite, für den Querschnitt aber solche Anordnungen zu empfehlen, dass das Product aus Elasticitätsmodul und Trägheitsmoment des Schwellenquerschnittes dividirt durch 10^8 nicht kleiner als 5 sei $(\frac{E'I'}{10^8} \geqq 5)$.

Zur Verlängerung der Schwellendauer hat man bei Verwendung von Holz eine Imprägnirung mit geeigneten Stoffen — am besten creosothaltiges Theer — zu bewirken, und von einer Dexelung der Lagerfläche Umgang zu nehmen.

Der widerstand D. — Der Widerstand D, welchen die Schwelle der Einpressung in die Bettung entgegensetzt, ist eine Rechnungsgrösse, welche der Producte der Schwellenunterfläche und dem Bettungscoëfficienten proportional ist.

Die Grösse dieses die Steifigkeit des Geleises beeinflussenden Widerstandes wird für die beantragte Normalschwelle in Verbindung mit dem Bettungscoëfficienten C = 3 sich mit D = 8,600 ergeben.

Die schwellenentfernung. — Ein wichtiges Constructionselement für den Geleisebau ist die Schwellenentfernung, denn sie beeinflusst einerseits die Tragfähigkeit der Schiene, andererseits modificirt sie in ihrer Beziehung zur Lastvertheilung der Fahrzeugräder den Schienendruck und den davon abhängigen Bettungsdruck.

Auch wird durch die Schwellenentfernung die Anzahl der Auflagerflächen auf der Bettung und die Anzahl der Befestigungspuncte der Schiene auf der Schwelle bestimmt.

La réduction de l'espacement des traverses trouve cependant sa limite dans la nécessité de conserver entre les traverses un espace libre suffisant pour permettre le travail de bourrage.

Si, conformément aux besoins de la pratique on adopte 50 *cm* comme espace libre minimum, si, de plus, on admet qu'il est désirable, pour des voies très fatiguées, d'avoir des traverses de 26 à 30 *cm* de largeur, on trouve que la distance d'axe en axe des *traverses de la partie intermédiaire du rail doit être environ 80 cm.*

Aux joints, on réduira cet entr'axe à 50 *cm* (1).

Des rails. — Dans le choix à faire sur les rails, les éléments à considérer sont d'abord sont : la grandeur et la forme de la section transversale, la résistance de la matière, et la longueur du rail ensuite.

Les voies pour trafic rapide s'établissent, soit avec des rails à bourrelets dissymétriques, soit avec des rails Vignoles.

Le rail à bourrelet symétrique n'est pas recommandable.

Section du rail. — *a*) La section transversale du rail doit avoir, au point de vue de la capacité de résistance, un moment résistant suffisant, et, au point de vue de la raideur, un moment d'inertie convenable.

b) La section transversale devra être établie de façon à posséder encore toute

(1) Exposé de la question V-A de la session de Saint-Pétersbourg, p. 163.

Die Verminderung der Schwellendistanz begegnet aber einer Grenze in der Nothwendigkeit, für die Durchführung der Unterstopfungsarbeit einen angemessenen lichten Raum zwischen den Schwellenkörpern zu lassen.

Wird derselbe nach den Forderungen der Praxis mit 50 *cm* bemessen, und wird festgehalten, dass für stark beanspruchte Geleise die Schwellenbreite mit 26 — 30 *cm* wünschenswerth ist, so ergibt sich für den diesseitigen Antrag *eine Schwellenentfernung von circa 80 cm für die ungetheilte Schiene.*

An der Schienenstossverbindung wird dieselbe auf 50 *cm* zu vermindern sein (1).

Die Schiene. — Für die Auswahl der Schiene kommt zunächst die Grösse und Form des Querschnittes und die Festigkeit des Materiales, in weiterer Hinsicht die Länge der Schiene in Betracht.

Die Herstellung von Geleisen für Schnellzugsverkehr geschieht sowohl mit unsymmetrischen Doppelkopfschienen wie auch mit Vignolesschienen.

Das symmetrische Doppelkopfprofil kann nicht empfohlen werden.

Profil der Schiene. — *a*) Das Schienenprofil hat rücksichtlich der Tragfähigkeit durch ein genügendes Widerstandsmoment, rücksichtlich der Steifigkeit aber durch ein genügendes Trägheitsmoment zu entsprechen.

b) Die Grösse des Profils soll derart bemessen werden, dass dasselbe in

(1) Referat zur Frage V-A der Session in Petersburg, p. 163.

la résistance nécessaire lorsque le rail est arrivé à la limite d'usure. On doit donc entasser en plus, dans le champignon de roulement du profil neuf, la quantité de matière dont le rail doit s'user pendant sa vie présumée, sous un trafic donné.

Cette adjonction de matière a pour effet de donner au rail neuf un poids, par mètre courant, de 10 à 12 % plus fort, de majorer de 17 à 23 % le moment d'inertie de sa section transversale, et enfin de renforcer de 10 à 20 % son moment résistant.

c) Si l'on pouvait connaître avec leur maximum d'intensité toutes les circonstances ayant de l'influence sur la fatigue du rail, et qui sont dues à la charge au repos, au mécanisme moteur, et à la vitesse, on pourrait admettre pour la section transversale des tensions de fibre atteignant la limite surélevée d'élasticité déduite des expériences à la flexion.

Mais comme on ne connaît que la charge au repos due au véhicule le plus lourd circulant sur la voie, on ne pourra pas admettre que les tensions de fibre provoquées par la charge au repos, dépassent le tiers de la limite surélevée d'élasticité.

Ce sera ordinairement ce dernier cas qui se présentera, et, par conséquent, on admettra que sous la charge au repos, les tensions des fibres de la section transversale ne dépassent pas 1,100 à 1,300 *kg* par *cm*², vu que la limite surélevée d'élasticité de la matière généralement employée pour les rails est comprise entre 3,400 et 3,900 *kg*. Les rails à double bourrelet admettant en général

völlig abgenütztem Zustande noch di nöthige Tragfähigkeit besitzt. Es mu daher dem neuen Schienenprofile i Kopfe soviel Materiale zugelegt werde als der Abnützung während der vorau sichtlichen Schienendauer bei gegeb nem Verkehre entspricht.

Diese Zusätze werden rücksichtlich d Fläche (in dem Schienengewichte) cir 10—12 %, in Bezug auf die Grösse d Trägheitsmomentes circa 17—23 % und in Bezug auf die Grösse des Wide standsmomentes circa 10—20 % zu be tragen haben.

c) Wären für die Inanspruchnahm eines Geleises alle Einflüsse, welch durch die ruhende Last, durch di Bewegungsmechanismen und durch di angewendete Geschwindigkeit erzeug werden, in ihren maximalen Grenze bestimmt, so sollen die in dem Schie nenquerschnitte auftretenden Spannu gen nicht grösser sein, als die Spar nung an der erhöhten, aus Biegeve suchen abgeleiteten Elasticitätsgrenz

Kennt man jedoch nur die Ruhel lastung des Geleises durch die schwe sten Fahrzeuge, so sollen die hiedur hervorgerufenen Faserspannung nicht grösser sein als ein Drittel die bezeichneten Elasticitätsgrenze.

Dieser letztere Fall wird der gewöh liche sein, und für denselben wird n diese Faserspannung in dem Schien querschnitte von 1,100—1,300 *kg* *cm*² für die Ruhelast zugestehen k nen, nachdem die Elasticitätsgrenze für Schienen gewöhnlich verwende Materiales zwischen 3,400—3,900 beobachtet wurde. Bei Doppelko schienen, welche in der Regel grös

ière plus résistante, les tensions
y atteindre une limite propor-
ement plus élevée.
s Administrations sur les lignes
es, dans des conditions d'exploi-
ıvorables, la charge de roue est
ı inférieure à 7 tonnes, et sur
s la vitesse ne dépasse pas s'en-
ıt 80 *km* à l'heure, nous ont fait
ue des constructions de voie,
s de moins de 40 *kg* ont donné
résultats, même lorsqu'elles
iellement exigé de plus grands
ıtretien.

ctions transversales de ces rails
noments d'inertie compris entre
951, et des moments résistants
entre 135 et 147. Après une
'environ 10 *mm*, le moment
de ces rails descend entre 700
le moment résistant descend
3 et 124 et la tension des fibres
,300 à 1,470 *kg* par *cm*².

ıt déduire de ces chiffres que
sur de telles voies, de moteurs
charges d'essieux plus grandes,
t lieu à une augmentation no-
frais d'entretien.
les charges de roue de 7,500 *kg*
ısus, on devra rationnellement
des constructions de voie avec
ınt au delà de 40 *kg* par mètre

rouve-t-on, à l'occasion d'une
ation de la charge de roue, ou
esse, dans l'obligation de ren-
profil du rail, on devra se po-
estion s'il n'est pas à prévoir
ırésentera avant l'expiration du
rrespondant à la durée du nou-

Materialfestigkeiten zulassen, rückt diese Grenze entsprechend höher.

d) Die Verwaltungen berichten über jene Bahnen, bei welchen unter günstigen Betriebsverhältnissen die Grösse des Raddruckes gleich oder kleiner ist als 7 *t* und die angewendete Geschwindigkeit nicht viel über 80 *km* gesteigert wird, dass mit Oberbauconstructionen, deren Schienen ein Gewicht von weniger als 40 *kg* per laufenden Meter haben, befriedigende Resultate erzielt werden, wenn auch zum Theile höhere Erhaltungskosten erwachsen.

Diese Schienen haben Querschnitte, deren Trägheitsmomente zwischen 863 und 951, deren Widerstandsmomente zwischen 135 und 147 betragen. Die Berücksichtigung einer Abnützung von circa 10 *mm* ergibt sodann Profile mit Trägheitsmomenten von 700—765, und Widerstandsmomenten von 113—124, und Faserspannungen von 1,300 bis 1,470 *kg* per *cm*².

Es kann daraus gefolgert werden, dass eine Verwendung von stärkeren Achsdrücken auf solchen Geleiseconstructionen die Kosten der Erhaltung erheblich steigern würde.

Für Raddrücke von 7,500 *kg* und darüber wird man rationeller Weise die Geleiseconstructionen mit Schienengewichten von mehr als 40 *kg* Einheitsgewicht in Aussicht nehmen müssen.

e) Steht man vor der Nothwendigkeit, anlässlich der gebotenen Steigerung des Raddruckes oder der Geschwindigkeit ein grösseres Schienenprofil zu wählen, so wird man sich die Frage vorzulegen haben, ob nicht Verhältnisse vorhanden sind, welche zwingen können,

...nstances nécessitant
...ntation de la charge
...elle accélération de
...rmative, on doit re-
...ger d'un profil tel
...s échéant, par une
... que l'augmenta-
...re en sorte que le
... de suffire pour
...

...au ci-après, que
... chemins de fer
... les poids par
...pris entre 46 et
...nt de vue, pa-

... qui convient
... 7·5 tonnes et
...augmentation
... traverses,
...harges de
...nt jusque
...ment résis-
...is pourra,
...s renseig-
... fixe à 42

...aux exi-
...s suppo-
...s l'hypo-
...es, dues
... pour-
... qu'il se
...s supé-
... repos.
... profil,
... a prin-
... de voya-
...ies ma-
...essieux
... à l'ar-

innerhalb der Dauer der neueingeführten Schiene eine nochmalige Erhöhung des Raddruckes oder der Geschwindigkeit vorzunehmen. In diesem Fall empfiehlt es sich zu einem solchen Profil zu greifen, welches durch eine einfache Massnahme, wie die Vermehrung der Schwellen, befähigt ist auch weitergehenden Ansprüchen zu genügen.

Unter diesem Gesichtspunkte erscheinen die neueren Schienenprofile der französischen und belgischen Bahnverwaltungen gerechtfertigt, welchen Einheitsgewichte von 44—50 *kg* entsprechen, wie es die Tabelle der nächsten Seite ergibt.

Ein solches Schienenprofil, welches auch höheren Belastungen als 7·5 Tonnen entsprechen und befähigt sein soll, durch Vermehrung der Schwellen successive bis zu Achsdrücken von 9 Tonnen beansprucht zu werden, weist ein Widerstandsmoment von etwa 196 auf und das bezügliche Schienengewicht wird nach Analogie der in den Tabellen vorgeführten Profile 42—46 *kg* per laufenden Meter betragen.

Solche Schienen werden den hier supponirten Anforderungen genügen immer unter der Voraussetzung, dass die durch dynamische Wirkungen und durch die Geschwindigkeit verstärkte Gesammtwirkung des Raddruckes nicht höher als die dreifache Ruhelast desselben ist.

Bei der Wahl eines solchen Schienenprofils wird man unterscheiden, ob auf dem betreffenden Geleise vorwiegend leichtere Personenzüge, welche mit Locomotiven mit weiten Radständen, mit Laufrädern vorn und rückwärts, eventuell

		kg.	kg.	kg.	kg.
La charge de roue devenant. (Der Raddruck soll anwachsen.)	G =	7,500	8,000	8,500	9,000
L'espacement des traverses peut être réduit. (Die Schwellenentfernung kann abgemindert werden)	a =	80	75	70	66
L'emploi d'une traverse normale donne dans l'hypothèse C = 3. (Für die Verwendung einer Normalschwelle ist bei C = 3.) . .	D =	8,600	8,600	8,600	8,600
Par suite de la raideur plus grande de la voie. (Für die grössere Steifigkeit des Oberbaues wächst.)	γ =	3	3·5	4	4·5
Par conséquent, puisque B = Dγ. (Aus γ rechnet sich B = Dγ.)	B =	25,800	30,100	34,400	38,700
Pour le moment fléchissant γ on a. (Fur das Biegungmoment $M = \frac{\gamma + 0{\cdot}875}{2\gamma + 5}$ . . .	Ga =	0·352 Ga	0·364 Ga	0·375 Ga	0·384 Ga
	Ga =	600,000	600,000	595,000	594,000
	M =	211,200	218,400	223,100	228,100
La tension limite de la matière du rail étant. (Für die Grenze der Beanspruchung des Schienenmateriales.).	σ =	1,300	1,300	1,300	1,300
Le moment résistant du profil usé doit être. (Ist das erforderliche Widerstandsmoment des Querschnittes.) . . .	W =	162	168	171	175
La réserve pour l'usure comportant environ 16 %, ou. (Die Reserve für die kunftige Abnützung beträgt circa 16 %, oder.).	=	26	27	27	28
On voit que les rails neufs doivent avoir un moment résistant. (Sohin das für die neue Schiene geforderte Widerstandsmoment.)	W^1 =	188	195	198	203
Soit en moyenne. (Im Mittel.) .	W^1 =	196			

acier dur pour éviter leur trop usure. Le degré de dureté admis-st régi par la condition que la doit être aussi homogène que e dans toutes ses parties; il est ubordonné à la perfection des ès de laminage, notamment en concerne le profil et, enfin, on ter d'avoir un acier trop cassant.

sistance à l'extension et l'allon- dépendent de la dureté. Soit r cm^2, la résistance à l'extension al à la limite d'élesticité, et soit module d'élasticité. L'allonge- u métal sera caractérisé par la $\frac{1}{E}$). Si δ % représente l'allonge- pour cent, δ sera proportionnel eur $(\frac{1}{E})$. Si on donne le profil, nce des appuis et le mode de tion du rail, on aura la gran- la charge admissible, c'est-à- capacité de résistance du rail ionnelle à σ, la flèche ou la té du rail proportionnelle à $\sigma\,\delta$, atigue dynamique admissible, lire la capacité de travail pro- nelle à $\sigma^2\,\delta$.

tiste, entre l'augmentation de ce à l'extension et la diminu- l'allongement, une relation dont connaît pas le rapport numé- nais on peut, dans chaque cas déterminer les deux valeurs. roportionnalité existait ici, la de résistance du rail augmen- roportionnellement à l'augmen- le résistance de sa matière à ion, la flexibilité demeurerait

Schienenmaterial soll harter Stahl sein, um die zu rasche Abnützung zu verhindern. Die zulässige Härte des Schienenstahles ist bedingt durch die Forderung, dass derselbe gleichwohl in allen Theilen der Schiene möglichst homogen sei, also durch die Vollkommenheit des Verfahrens bei der Herstellung desselben unter Berücksichtigung der Profilform, und weiters, dass der Stahl nicht zu spröde werde.

Mit der Härte des Stahles steht dessen Zugfestigkeit und Dehnbarkeit im Zusammenhange.

Es habe die Zugfestigkeit an der Elasticitätsgrenze den Werth σ kg/cm^2 und es sei E der zugehörige Elasticitätsmodul. Die Dehnbarkeit des Schienenmateriales ist durch den Werth $(\frac{1}{E})$ gekennzeichnet; wenn δ % die Dehnungsprocente bezeichnet, so ist δ dem Werthe $(\frac{1}{E})$ proportional. Ist das Profil, die Stützweite und die Art der Belastung der Schiene gegeben, so ist die Grösse der zulässigen Belastung, das ist die Tragfähigkeit, dem Werthe von σ, der Biegungspfeil, das ist die Nachgiebigkeit, dem Werthe von $\sigma\delta$, und die zulässige dynamische Beanspruchung, das ist die Arbeitsfähigkeit, dem Werthe $\sigma^2\delta$ proportional.

Die Zunahme der Zugfestigkeit ist mit der Abnahme der Dehnungsfähigkeit verbunden; eine ziffermässige Bewerthung dieser Relation ist nicht vorhanden, aber in jedem concreten Falle sind beide Grössen bestimmbar, Würde hier Proportionalität bestehen, so würde bei Zunahme der Festigkeit auch die Tragfähigkeit proportional zunehmen, die Nachgiebigkeit bliebe unverändert, und die Arbeitsfähigkeit

leurs cahiers de charges pour la fourniture des rails, posent la condition $\sigma\delta = 90{,}000\ kg/cm^2$. Nous trouvons en partant de ce produit pour différents aciers durs caractérisés par leurs résistances, les allongements respectifs donnés par l'échelle suivante :

Bedingnissen für Lieferung der Schienen die Forderung, dass das Product $\sigma\delta$ — $90{,}000\ kg/cm^2$ betrage. Unter dieser Annahme erhält man folgende Skalen für die zulässigen Dehnungen bei verschieden hartem Materiale, wenn letzteres durch Festigkeit gekennzeichnet wird :

I. $\sigma\delta = 90{,}000\ kg/cm^2$.

Pour (Für)	σ	=	5	5·5	6	6·5	7	7·5	8	8·5	t^2/cm^4
on a (ist)	δ	=	18	16·4	15	13·9	12·9	12·0	11·2	10·6	%

de sorte qu'on a (sodann wird das Product) :

$\sigma^2\delta$	=	450	495	540	585	630	675	720	765	t/cm^2

Donc dans l'hypothèse où la raideur, pour autant qu'elle dépende uniquement de la matière, reste constante, à mesure que la résistance à l'extension augmente, la capacité de travail du rail, et partant la sécurité contre la déformation et contre les bris, augmentent également. Si maintenant on trouve suffisante la mesure la plus faible de cette dernière sécurité, c'est-à-dire celle donnée par une matière présentant une résistance de 5,000 *kg* ou 5 tonnes par cm^2, et un allongement de 18 %, on a $\sigma^2\delta = 450 t^2/cm^4$, il en résulte la nouvelle échelle ci-après :

Unter Voraussetzung einer constanten Steifigkeit der Schiene, insoferne diese vom Material allein abhängt, nimmt bei zunehmender Festigkeit auch die Arbeitsfähigkeit und damit die Sicherheit gegen Deformirung und gegen Bruch zu. Hält man aber die letztgenannte Sicherheit in dem Ausmasse für genügend, wie sie bei einem Material von 5,000 kg/cm^2 oder 5 t/cm^2 bei 18 % Dehnung vorhanden ist, so kann $\sigma^2\delta = 450\ t^2/cm^4$ beibehalten werden, und es folgt :

II. $\sigma^2\delta = 450\ t^2/cm^4$.

Pour (Für)	σ	=	5	5·5	6	6·5	7	7·5	8	8·5	t/cm^2
on a (ist)	δ	=	18	14·9	12·5	10·6	9·2	8·0	7·0	6·2	%

ce qui donne (dabei wird) :

$\sigma\delta$	=	90	82	75	69	64·4	60	56	52·7	t/cm^2

Donc lorsque la capacité de travail est constante et que σ augmente, la flèche diminue et la raideur croît. Un rail, dont la raideur n'est pas grande, se déformera plutôt qu'il ne se brisera, lorsqu'il sera accidentellement soumis à

Bei constanter Arbeitsfähigkeit nimmt die Pfeilhöhe der Durchbiegung ab, oder die Steifigkeit nimmt zu. Eine Schiene wird bei zufälliger, übergrosser Belastung, wenn die Steifigkeit nicht gross ist, eher deformirt als gebrochen,

une surcharge; le contraire arrivera lorsque sa raideur sera grande. Partant de là, on doit, lorsqu'on prend un acier plus dur, recommander que son allongement pour une résistance plus élevée ait une valeur comprise entre celles des deux précédentes échelles, ou pour parler autrement, le jeu pour l'allongement à admettre doit être donné par ces deux échelles : ainsi, par exemple, un acier d'une résistance de 6,000 *kg* par cm^2 doit avoir un allongement compris entre 12·5 et 15 %.

De semblables échelles peuvent être établies pour toute valeur de $\sigma\delta$. On doit avoir égard à ce que peuvent produire les usines, auxquelles on est réduit à s'adresser pour l'approvisionnement des rails, et adopter, en conséquence, une valeur plus ou moins grande du produit $\sigma\delta$, de la résistance par l'allongement. On déduira de ce produit une échelle pareille à celle ci-dessus, et cela permettra, pour des rails de différentes duretés, possédant la même capacité de résistance, de trouver les valeurs de δ, correspondantes aux résistances σ que ces aciers possèdent à la limite d'élasticité.

Les chiffres supérieurs de la sollicitation, c'est-à-dire 1293 à 1589, concernent des rails à double champignon dont la section possède un moindre moment résistant, mais dont la matière, par contre, présente des propriétés plus élevées.

Dans ces conditions, nous pouvons encore ici considérer comme admissible la proposition que la fatigue sous la charge au repos ne doit pas dépasser le tiers de la résistance à la limite d'élasticité.

bei grösserer Steifigkeit dagegen tritt das Gegentheil ein. Es empfiehlt sich daher bei Wahl eines härteren Materials die Dehnung bei der höheren Festigkeit zwischen den Werthen der beiden Skalen für δ zu wählen, oder anders ausgesprochen, der Spielraum für die zulässige Dehnung ist durch die genannten Skalen angegeben; so darf zum Beispiel bei einer Festigkeit von 6,000 kg/cm^2 die Dehnung zwischen 12·5 und 15 % betragen.

Aehnliche Skalen lassen sich für jeden Werth von $\sigma\delta$ entwickeln. Je nach der Leistungsfähigkeit der Hüttenwerke, auf welche man als Bezugsquellen für Schienen angewiesen ist, wird man einen höheren oder minderen Werth für das Product aus Festigkeit und Dehnung ($\sigma\delta$) in Rechnung nehmen können. Die Entwicklung der bezüglichen Skalen liefert dann die zusammengehörigen Werthe für σ und für δ bei gleicher Widerstandsfähigkeit des Materiales für verschiedene Härten desselben, welche das Schienenmateriale an der Elasticitätsgrenze aufweist.

Die grösseren Ziffern der Beanspruchung von 1,293, bezw. 1,589 betreffen Doppelkopfschienen, welche für ihren Querschnitt ein geringeres Widerstandsmoment, dagegen in ihrem Materiale höhere Qualitäten aufweisen.

Unter diesen Umständen dürfte auch hier die Annahme, dass die Beanspruchung durch die Ruhelast ein Drittel der Festigkeit an der Elasticitätsgrenze beträgt, eine zutreffende sein.

Pour les traverses en bois, la fatigue de la matière est comprise entre les limites assez éloignées $\sigma' = 45\ 3$ et $\sigma' = 89{\cdot}2$ *kg* par *cm*², dans l'hypothèse où les rails sont affaiblis par l'usure.

De la fixation des rails. — Lorsque les vitesses deviennent grandes, les efforts latéraux que les véhicules en mouvement exercent contre la voie s'accroissent dans une forte mesure, et il devient nécessaire d'augmenter dans le même rapport la résistance que le mode de fixation doit y opposer.

Cette augmentation de résistance peut être obtenue, soit par l'augmentation du nombre des points de fixation, soit par le renforcement ou l'amélioration du système, notamment en ce qui concerne les voies Vignoles.

Fixation des rails Vignoles. — L'augmentation du nombre de points de fixation s'obtient déjà par le fait qu'on ne peut, dans les voies à express, éviter une augmentation du nombre des traverses. Si maintenant, au lieu de deux crampons ou tire-fond par traverse (ce qui est le cas général des anciennes voies), on en emploie trois ou quatre, on apporte un nouvel accroissement à la résistance contre le renversement et le déplacement du rail.

Un troisième renforcement de cette résistance s'obtient lorsqu'on interpose entre le rail et la traverse une selle d'appui qui, d'une part, répartit la charge de rail sur une plus grande surface, et d'autre part, rend solidaires

Bei den Schwellen ist die Materialinanspruchnahme, soweit sie sich auf Holz bezieht, zwischen den weiten Grenzen $\sigma' = 45{\cdot}3$ bis $89{\cdot}2$ *kg* per *cm*² bei Voraussetzung der durch Abnützung abgeschwächten Schiene.

Die Befestigungsmittel. — Die lateralen Kraftwirkungen, welche die in Bewegung befindlichen Fahrzeuge auf das Geleise ausüben, steigern sich bei Erhöhung der Geschwindigkeit in hohem Masse, und es wird in diesem Falle nothwendig, die durch die Befestigungsmittel entgegenzustellenden Widerstände in gleichem Verhältnisse zu steigern.

Für die Steigerung der Widerstände hat man als Massnahme die Vermehrung, die Verstärkung oder die Verbesserung der Befestigungsmittel, namentlich der Vignolesschiene, als nothwendig erkannt.

Befestigung der Vignolesschiene betreffend. — Die Vermehrung der Befestigungsmittel ergibt sich bereits durch die für Schnellzugsgeleise nicht zu umgehende Vermehrung der Schwellen. Verwendet man noch überdies auf einer Schwelle anstatt zwei Nägel oder Tirefonds (wie bei älteren Geleisen üblich ist), deren drei oder vier, so werden die Widerstände gegen das Kanten und Verschieben der Schiene die gebotene Erhöhung erfahren.

Eine weitere Verstärkung dieser Widerstände tritt ein, wenn zwischen der Schiene und der Schwelle eine Unterlagsplatte disponirt wird, welche einestheils den Schienendruck auf eine grössere Auflagsfläche vertheilt, ande-

dans leur action, les trois ou quatre moyens d'attache.

On peut encore considérer comme une mesure de renforcement de l'attache, le remplacement du crampon par le tire-fond, notamment quand celui-ci a une disposition conforme aux prescriptions données par M. Jules Michel (*Revue générale*, juin 1893, p. 337).

C'est principalement dans les sections en courbe que les forces horizontales, lorsque leur intensité est accrue sous l'influence de la vitesse, font sentir leur action. Pour empêcher le renversement du rail, on fixe sur quelques traverses des cornières venant soutenir le champignon, ou bien on emploie des plaques de tension avec boulons et cales de serrage, ou encore des coussinets en fonte dans lesquels le rail se fixe au moyen de coins en bois.

Ces deux derniers modes de fixation, dans lesquels l'attache du rail est indépendante de celle de la traverse, et dans lesquels les plaques de serrage ou les coussinets sont fixés sur les traverses au moyen de crampons ou mieux au moyen de tire-fond, paraissent constituer les dispositifs les plus efficaces pour combattre les forces horizontales engendrées par le mouvement.

Fixation des rails a double champignon. — Dans la voie à double bourrelet, la fixation des rails dans des coussinets au moyen de coins en bois ou en fer a de tout temps été générale.

L'accroissement de la vitesse des trains, qui a eu pour conséquence une augmentation des charges de rail et une intensité plus grande des forces latérerseits die Wirkungen der drei oder vier Befestigungsmittel solidarisch vereint.

Als Massregel für Verstärkung der Befestigungsmittel kann die Verwendung der Tirefonds statt der Nägel betrachtet werden, insbesondere wenn erstere im Sinne der von Michel (*Revue générale*, Juni 1893, Seite 337) gegebenen Vorschriften ausgestaltet werden.

In gekrümmten Bahnstrecken machen sich die durch hohe Geschwindigkeiten verstärkten Horizontalkräfte noch mehr bemerkbar, und es werden gegen das Umkanten Kopfstützwinkel auf einzelnen Schwellen befestigt, es werden Spannplatten mit Schrauben und Klemmplättchen, ja es werden auch gusseiserne Chairs mit einer Holzkeilbefestigung angewendet.

Die letztgenannte Befestigungsweise, bei welcher die Befestigung der Schiene von jener der Schwelle getrennt ist, und bei welcher die Spannplatten oder Chairs auf die Schwelle mit Hakennägeln oder besser mit Tirefonds befestigt werden, erscheint die vollkommenste, um den beim Betriebe auftretenden Horizontalkräften entgegen zu wirken.

Befestigung der Doppelkopfschiene. — Bei Verwendung der Doppelkopfschiene ist die Befestigung in gusseisernen Chairs mit Holz- oder Eisenkeilen von jeher üblich.

Die Erhöhung der Geschwindigkeit der Züge und die dadurch hervorgerufene Verstärkung des Schienendruckes und der lateralen Kräfte hatte eine Ver-

rales, a rendu nécessaire un renforcement des coussinets, et ceux-ci doivent en Angleterre, en suite de prescriptions gouvernementales, peser au minimum 18 *kg*. Ici encore, on obtient le renforcement de la fixation par une réduction de la distance des traverses ou, en d'autres termes, par une augmentation de leur nombre.

De l'éclissage. — Aucun système d'éclissage, quelle que soit la disposition adoptée, ne peut procurer une continuité complète des deux files de rails. Comme il est indispensable que les variations dans la longueur des rails puissent obéir convenablement aux variations de température, il est impossible de réaliser un éclissage capable de transmettre les tensions horizontales des rails chargés.

Les éclissages ne peuvent transmettre de rail à rail que des pressions verticales, et le seul résultat qu'ils permettent d'atteindre est d'obliger les deux abouts à s'abaisser et à se relever aussi simultanément et aussi uniformément que possible.

Tout bon éclissage devra réaliser cette dernière condition dans la mesure a plus complète possible.

Des communications faites par les dministrations nous déduisons relativement aux éclissages les points suivants:

1° Le joint suspendu est préférable joint appuyé, et le joint en équerre préférable au joint chevauchant;

2° Les traverses de contre-joint seront possible plus larges, et leur distance limitée à 50 *cm* et moins;

stärkung der Chairs nothwendig gemacht, welche in England sogar gesetzlich mit dem Minimalgewicht von 18 *kg* festgestellt wurde. Eine Verstärkung der Befestigung ergibt sich auch in diesem Falle noch durch die Abminderung der Schwellendistanz, bezw. die Schwellenvermehrung.

Die Stossverbindung. — Die vollständige Continuität des Schienenstranges kann durch keine Stossverbindung, sie sei welcher Art immer, hergestellt werden. Da die Längenänderung der Schiene den verschiedenen Temperaturen entsprechend möglich sein muss, so sind Stossverbindungen, welche Horizontalspannungen der belasteten Schienen übertragen sollen, nicht herstellbar.

Die Stossverbindungen können nur verticale Druckkräfte von Schiene zu Schiene übertragen und können bewirken, dass beide zusammenstossenden Schienenenden möglichst gleichzeitig und gleichartig sich senken und heben.

Diese Bedingung soll aber jede brauchbare Stossverbindung in möglichst hohem Masse erfüllen.

Aus dem von den Bahnverwaltungen mitgetheilten Constructionsmateriale für den Schienenstoss lässt sich Folgendes abstrahiren :

1° Der *schwebende* Stoss ist dem festen, und die *rechtwinklig gegenüberstehenden* Stösse sind den versetzten vorzuziehen;

2° Am Schienenstosse sind, wenn thunlich, breitere Schwellen zu verwenden und die Entfernung derselben

3° Les deux éclisses jumelles seront constituées au moyen de fortes cornières, de façon à avoir, pour la paire, un grand moment d'inertie, et une grande raideur pour l'assemblage; à ce point de vue, on recommande de replier la branche cornière vers le bas;

4° Dans l'étude du profil du rail, on cherchera à faire en sorte que l'élargissement du champignon rende possible un agrandissement de la surface d'appui des éclisses, et que l'angle de cette surface d'appui avec l'horizontale ne soit pas trop grand.

L'emploi d'un rail plus pesant rendra nécessaire celui d'éclisses plus robustes;

5° On recommande de donner plus de longueur aux éclisses, et de porter dans ce cas le nombre de boulons de 4 à 6;

6° Le diamètre des boulons est généralement de 2·5 *cm*, et la rondelle Grover se recommande comme le meilleur dispositif contre le desserrage des boulons;

7° On doit encore rechercher l'amélioration de l'éclissage dans l'amélioration de la matière de l'éclisse, et dans les soins apportés dans sa fabrication;

8° Il est d'une grande importance de combattre les effets pernicieux du renversement des rails à l'éclissage, en recourant à un enserrage solide de leurs pieds sur les traverses de joint. Ce résultat est atteint tout d'abord par l'emploi de coussinets ou de plaques

auf 50 *cm* und weniger einzuschränken;

3° Die beiderseitigen Laschen sind als kräftige Winkellaschen auszubilden, und dem Querschnitte derselben ein grosses Trägheitsmoment zu geben, um der Stossverbindung eine grosse Steifigkeit zu verleihen; aus diesem Grunde empfiehlt es sich, die Winkelschenkel nach unten abzubiegen;

4° Bei der Bestimmung des Schienenprofiles ist darauf zu sehen, dass durch Erbreiterung des Schienenkopfes eine Vergrösserung der Anlageflächen der Laschen möglich sei, und dass der Winkel dieser Anlageflächen mit dem Horizonte nicht zu gross werde;

Bei Vergrösserung des Schienengewichtes wird auch die kräftigere Lasche nothwendig;

5° Es empfiiehlt sich, die Länge der Laschen zu vergrössern, und in diesem Falle die Auswahl der Schraubenbolzen von 4 auf 6 zu bringen;

6° Die Stärke der Bolzen ist zumeist mit 25 Millimetern bemessen und empfiehlt sich als beste Versicherung der Schraubenmutter ein Grover'scher Ring;

7° Eine Verbesserung der Schienenstossverbindung ist auch in einer Steigerung der Materialgüte und in der Sorgfalt der Bearbeitung der Laschen zu suchen;

8° Von grosser Bedeutung wird es sein, den verderblichen Wirkungen des Kantens der Schienen am Stosse durch eine kräftige Einspannung der Schienen auf den Stossschwellen zu begegnen. Diesem Zwecke dienen Chairs und Spannplatten, dann die Anordnung der

de tension, ensuite par l'emploi d'éclisses cornières *tirefonnées* sur les traverses de contre-joint;

9° Il est bon de remplir, au moyen de fourrures, les démaigrissements qui se produisent aux surfaces de contact des rails et des éclisses;

10° L'éclissage doit procurer un moyen suffisant pour combattre le cheminement des rails.

On recommande dans ce but de faire butter contre les deux traverses de contre-joint la partie plongeante de la branche cornière, ou encore de la recourber pour lui faire embrasser la selle d'appui.

IIIe SECTION.

Renforcement de la voie.

Si une voie en exploitation se montre trop faible pour les fatigues produites par les véhicules, ou si elle n'est pas en rapport avec les augmentations de trafic qu'on a en perspective, on est amené à devoir renforcer sa superstructure.

Lorsqu'on se trouvera dans la nécessité de procéder à une reconstruction ayant ce renforcement pour but, on devra se poser la question si on remplacera la voie existante par une entièrement neuve, ou si on peut se borner à en renforcer successivement certaines parties.

La réponse à cette question réclame un examen approfondi des conditions statiques de la construction actuelle et de la situation par rapport aux fatigues prévues, lequel examen démontrera si les parties essentielles de la superstructure répondent ou non aux exigences

Winkellaschen, welche auf die Stossschwellen angeschraubt werden;

9° Die Ausfütterung ausgeschlagener Stellen in den Anlageflächen der Schienen und Laschen ist von Wichtigkeit;

10° Die Schienenstossverbindung soll ausreichenden Schutz gegen Längenverschiebungen des Geleises bieten.

Es empfiehlt sich zu diesem Zwecke, die abgebogenen Winkelschenkel gegen beide Stossschwellen zu stützen, oder mit dem unteren Winkelschenkel die Unterlagsplatte zu umgreifen.

III. ABSCHNITT.

Verstärkung der Geleise.

Erweisen sich im Betriebe befindliche Geleise zu schwach gegenüber deren Beanspruchung durch die Fahrzeuge — oder sind Verkehrssteigerungen in Aussicht, denen das bestehende Geleise nicht entsprechen kann, so wird man diesen Oberbau verstärken müssen.

Man wird im Falle des Bedürfnisses einer in Absicht auf Verstärkung des Oberbaues vorzunehmenden Reconstruction vor der Frage stehen, ob die Construction durch eine vollständig neue zu ersetzen, oder blos eine successive Verstärkung einzelner Theile genügend sein werde.

Zur Beantwortung dieser Frage wird eine eingehende Prüfung der statischen Verhältnisse der bestehenden Construction und ihrer Beziehungen zu den angestrebten Beanspruchungen vorauszugehen haben, durch welche klargestellt wird, ob und welche Haupttheile des

sous le rapport de la capacité de résistance et de la raideur, et fera connaître les parties qu'il suffira de renforcer, et celles qui devront être complètement remplacées.

Dans cette même réponse le côté économique de la question devra aussi être mis en lumière.

S'il ressort de l'examen qu'une consolidation de la voie est justifiée, on devra, dans la recherche des mesures nécessaires, faire application de tous les mêmes principes que ceux que nous avons énoncés en nous occupant de l'établissement d'une voie nouvelle.

On pourra notamment avoir recours pour renforcer la voie aux moyens suivants :

1° *Amélioration de la couche de ballast.*

Ceci constitue le moyen le plus efficace pour donner une plus grande raideur à la voie.

Les conditions de la couche de ballast ne peuvent être séparées de celles de l'infrastructure ; pour améliorer la couche, il faudra :

a) Assurer l'assèchement complet du sous-sol ;

b) Donner à la couche les dimensions nécessaires en rapport avec les propriétés du sous-sol ;

c) Choisir un ballast constitué de matériaux durs et parfaitement perméables.

L'ensemble de ces mesures aura tout d'abord pour effet de relever le coefficient de ballast, ce qui, toutes choses égales d'ailleurs, réduira les enfoncements des traverses dans le ballast et

Geleises in Beziehung auf Tragfähigkeit und Steifigkeit den Anforderungen genügen oder nicht, ob und welche Theile einer Verstärkung oder eines vollständigen Ersatzes bedürfen.

Durch die Beantwortung dieser Frage wird auch die ökonomische Seite derselben die gebotene Beleuchtung empfangen.

Ergibt sich aus den gepflogenen Untersuchungen, dass eine Verstärkung des Geleises gerechtfertigt ist, so werden bei den bezüglichen Massnahmen alle jene Grundsätze massgebend sein, welche für die Herstellung eines neuen Geleises enuncirt werden.

Im Speciellen werden folgende Mittel zur Verstärkung einer Geleiseconstruction zur Verfügung stehen.

1° *Die Besserung des Schotterbettes.*

Es ist dies das wirksamste Mittel um dem Geleise eine grössere Steifigkeit zu geben.

Der Zustand des Schotterbettes ist von jenem des Unterbaues nicht zu trennen, und eine Besserung des Schotterbettes erheischt :

a) Die vollkommene Trockenlegung des Untergrundes ;

b) Die nöthige Dimensionirung des Schotterkörpers, und zwar entsprechend der Beschaffenheit des Untergrundes ;

c) Die Verwendung eines harten und vollkommen wasserdurchlässigen Schottermateriales.

Durch das Zusammenwirken dieser Massnahmen wird der Bettungscoëfficient eine Erhöhung erfahren, und in Folge dessen wird unter übrigens gleichbleibenden Umständen die Einsenkung

augmentera la raideur de la voie; ensuite, l'amélioration de la qualité du ballast rendra celui-ci plus résistant à la pression exercée sur lui; enfin, la fatigue du rail et de la traverse sera de ce chef diminuée.

2° *Remplacement des traverses.*

Presque toutes les anciennes constructions de voies, qui ont besoin d'être consolidées, sont établies avec des traverses en bois qui présentent, d'une part, aux surfaces d'appui une fatigue ou une détérioration dues aux actions mécaniques que les rails et leurs attaches ont exercées pendant une longue série d'années, et, d'autre part, à leurs surfaces supérieures un commencement de pourriture produite par les agents atmosphériques. Lorsqu'une voie en arrive à cet état, diverses traverses ont déjà dû être remplacées, de sorte que le rail est porté à la fois par des traverses neuves et des traverses encore à moitié bonnes se succédant au hasard, et il s'imprime dans ces supports de quantités différentes. Cette situation engendre une fatigue élevée des matériaux de la superstructure, et provoque les réactions les plus diverses de la voie contre les moteurs, lesquelles réactions ont pour effet d'augmenter encore la fatigue de la voie.

Lorsqu'on se trouve en présence d'une voie pareille, un renouvellement complet des traverses par sections entières s'impose, et dans ce cas ce qu'il convient d'examiner en premier lieu,

der Schwelle in die Bettung vermindert (die Steifigkeit erhöht) — weiters die Widerstandskraft des Schotterbettes gegen den Bettungsdruck infolge der besseren Materialbeschaffenheit erhöht, und überdies die Beanspruchung des Materiales der Schiene und der Schwelle verringert.

2° *Die Auswechslung der Querschwellen.*

Bei älteren Geleiseconstructionen, welche einer Verstärkung bedürfen, sind die Querschwellen meist von Holz, — welches Material durch vorausgegangene langjährige mechanische Einwirkung durch die Schiene und die Befestigungsmittel eine Abnützung oder gar eine Zerstörung an den Auflagerflächen, durch die atmosphärischen Einwirkungen aber eine beginnende Fäulniss an den Oberflächen aufweisen wird. In diesem Zustande der Geleiseconstruction werden verschiedene Schwellen bereits ausgewechselt worden sein, und es werden daher neue und halbbrauchbare Schwellen in unregelmässiger Folge die Schiene stützen, ihr verschiedene Tiefen der Eindrückung gestatten. Dieser Umstand wird eine höhere Anstrengung des Oberbaumaterials herbeiführen, und die verschiedensten Reactionen auf die Fahrzeuge ausüben, welche ihrerseits wieder diese Anstrengungen verstärken.

Ist bei einem Geleise diese Voraussetzung vorhanden, dann empfiehlt sich eine vollständige Auswechslung der Schwellen in geschlossenen Parthien.

Vor einer solchen stehend ist zu-

c'est la question de la nature des traverses.

Si on veut simplement renforcer la superstructure en conservant les rails existants et partiellement usés par les fatigues antérieures, on devra s'adresser de nouveau au système économique des traverses en bois, mais on aura encore à se poser la question : Quelles dimensions doivent elles avoir?

Autrefois, on ne reconnaissait aux traverses d'autres fonctions que celle de servir d'appui au rail, et de recevoir les attaches; leur rôle au point de vue de la répartition de la charge de rail sur le ballast n'était pas apprécié à sa juste valeur, et celles qu'on mettait en œuvre n'avaient ni longueur, ni largeur suffisantes.

Lorsqu'on doit procéder à la reconstruction d'une voie et qu'on veut la consolider d'une façon efficace, il faudra, conformément à ce qui est exposé dans la note « La traverse et son assise », changer au besoin le type des traverses, et celles du nouveau type auront 2·70 *m* de longueur et 26 *cm* ou plus de largeur. La mise en œuvre de pareils supports procurera à la voie une plus grande raideur et réduira les fatigues du rail et du ballast.

Le résultat obtenu par une telle reconstruction sera surprenant, si on profite de ce renouvellement de traverses pour remplacer en même temps le ballast détérioré par du ballast nouveau et de meilleure qualité.

nächst die Materialfrage zu er

Da es sich bei einer blosse
kung eines Oberbaues um di
tung der vorhandenen und
ausgegangene Anstrengung b
Theil abgenützten Schienen
wird man wieder auf die wer
spielige Holzschwelle greifen
aber noch einer anderen Fr
überstehen : Es ist dies die
Dimensionirung.

In früherer Zeit ist den
nur die Function zugewieser
die Schiene zu stützen und d
gung aufzunehmen — die
der Schwelle als Vertheiler
nendruckes auf die Bettung
immer die gebotene Würdigu
ren, und man hat Schwellen
nügenden Abmessungen ihr
und Breite verwendet.

Bei einer beabsichtigten R
tion eines Geleises, wenn sie
liche Verstärkung bedeuten
man im Sinne der Ausführung
die Schwelle und ihr Lager »
falls die Schwellentype ände
einer solchen von 2·7 *m* L
einer Breite von 26 *cm* oder
greifen. Man wird bei Verwe
cher Schwellen eine grössere
des Geleises und eine geri
strengung der Schiene und de
herbeiführen.

Von auffällig guter Wirkung
solche Reconstruction, wenn
einer solchen Schwellener
gleichzeitig schlechte Partien
tungskörpers erneuert und
werden.

3° *Augmentation du nombre des traverses.*

Dans les anciennes voies, l'espacement des traverses est généralement assez grand, et fréquemment on en rencontre avec des espacements compris entre 92 à 103 *cm*. De telles voies peuvent avoir été suffisantes, même avec des rails de faible poids, à l'époque ou les charges d'essieux étaient faibles et les vitesses petites.

Depuis lors, l'accroissement des charges par essieu, et l'augmentation que les charges de roue éprouvent par le fait des actions dynamiques dans les trains de grande vitesse, n'exigent pas seulement qu'on donne au rail une plus grande capacité de résistance, mais encore qu'on augmente la surface d'appui de la voie sur le ballast, afin de mieux répartir sur celui-ci les pressions plus élevées produites par ces grandes charges de roue.

Dans ce but, un moyen particulièrement efficace consiste à augmenter le nombre des traverses sous le rail, ce qui du même coup diminue leur espacement.

Nous avons vu, par les considérations développées dans les précédents exposés, que la résistance que le rail oppose à la flexion est directement proportionnelle au moment d'inertie de sa section et à son module d'élasticité, et inversement proportionnelle au cube de l'espacement des traverses, ($B = \frac{6EI}{a^3}$).

Par conséquent, lorsqu'on diminue l'espacement, on augmente la capacité de résistance du rail dans le rapport du cube de cette diminution.

3° *Die Vermehrung der Schwellen.*

Aeltere Geleiseconstructionen weisen häufig eine grössere Schwellendistanz auf - und Distanzen von 92—103 *cm* sind häufig anzutreffen. Für Fahrzeuge mit geringeren Achsbelastungen und Geschwindigkeiten mögen diese Constructionen auch bei geringem Schienengewichte genügt haben.

Die seither erfolgte Erhöhung der Achsdrücke und deren weitere Verstärkung durch die dynamischen Wirkungen der Schnellfahrten erfordern nicht nur eine grössere Tragfähigkeit der Schiene, sondern auch eine grössere Auflagerfläche des Geleises auf der Bettung zur besseren Vertheilung des durch die erhöhten Achsdrücke vergrösserten Bettungsdruckes.

Ein besonders wirksames Mittel bietet hiezu die Vermehrung der Schwellen unter der Schiene, bezw. die Abminderung der Schwellenentfernungen.

Nach den Ausführungen früherer Referate steht der Widerstand der Schiene gegen Einbiegung im geraden Verhältnisse zum Trägheismomente des Querschnittes und zum Elasticitätsmodul, dagegen im umgekehrten aber cubischen Verhältnisse zur Schwellenentfernung : ($B = \frac{6EI}{a^3}$).

Es wird sohin die Tragfähigkeit einer Schiene durch eine Verminderung der Schwellendistanzen eine Erhöhung erfahren, welche im cubischen Verhältnisse dieser Abminderung sich befindet.

La diminution d'espacement peut donc, dans certaines circonstances, procurer un moyen incomparablement plus économique d'obtenir la même augmentation de capacité de résistance du rail, que celle qu'on peut réaliser à prix d'argent par un renforcement de sa section.

Mais ce n'est pas seulement la capacité de résistance du rail qui gagne par l'effet de ces mesures; l'augmentation du nombre de traverses et l'augmentation, qui en est la conséquence, de leur surface d'appui sur le ballast font encore progresser dans une notable proportion la raideur de la voie, et elles ont de ce chef pour résultat une diminution sensible des dépenses d'entretien de la superstructure.

Nous avons, autre part, insisté sur l'action défavorable exercée sur la voie par les moteurs avec charges d'essieu trop rapprochées, et nous avons montré que lorsque la charge comprise entre les essieux extrêmes est très grande, et se répartit sur une longueur de voie relativement faible, il n'y a qu'un moyen, l'augmentation du nombre de traverses, qui conduise à une répartition convenable des pressions sur le ballast.

En Amérique, où l'on rencontre fréquemment des moteurs très lourds avec essieux nombreux et très rapprochés, on est obligé de recourir à cette mesure, et l'on y voit des superstructures en rails, dits Goliath, du poids de 50 *kg*, posés sur traverses espacées d'environ 60 *cm*.

Le renforcement de la superstructure

Es kann unter Umständen eine solcl Verringerung der Schwellendistanz eine soweit gehende Vergrösserung d Tragfähigkeit herbeiführen, wie durch die Vergrösserung des Schiene querschnittes nur mit Aufwand unve hältnismässiger Mittel möglich ist.

Aber es ist nicht allein die Tragfähi keit der Schiene, welche durch die Massnahmen gewinnt, — est ist au die Steifigkeit des Geleises, welche dur die Vermehrung der Schwellen und d dadurch herbeigeführte Vergrösseru der auf dem Schotter aufruhend Druckflächen im besonderen Masse g fördert wird, und wesentlich zur Al minderung der Erhaltungskosten d Oberbaues beiträgt.

Es ist an anderer Stelle auf die u günstige Wirkung von Fahrzeugen m enggestellten Achsbelastungen auf d Geleise hingewiesen und es ist gezei worden, dass in solchen Fällen, w eine sehr grosse Last zwischen d äussersten Achsstellungen auf ein ve hältnismässig kurzes Geleisestück ve theilt ist, eine entsprechende Druc vertheilung auf die Bettung lediglic durch das eine Mittel — die Schwelle vermehrung — bewerkstelligt werd kann.

In Amerika, wo sehr schwere Fal zeuge auf einer grösseren Anzahl häu enggestellter Achsen die Geleise befa ren, wurde man auf dieses Auskun mittel gewiesen, und sind Oberb constructionen selbst mit sogenann Goliathschienen von 50 *kg* Einheits wicht mit Schwellendistanzen von ci 60 *cm* in Anwendung gebracht.

Dieses Mittel der Oberbauverstärk

au moyen d'une diminution dans l'espacement des traverses paraît particulièrement recommandable pour les superstructures des lignes de montagne, où l'on est obligé d'employer à la remorque des trains de marchandises des machines avec 4 et même un plus grand nombre d'essieux.

4° *Amélioration de la fixation des rails.*

Lorsqu'une voie ancienne doit être renforcée en vue de la rendre susceptible d'être parcourue par des trains de grande vitesse, on devra en général procéder en même temps au renouvellement et à l'amélioration des moyens de fixation du rail.

Lorsque le renouvellement des traverses est lié à une consolidation de la voie, le renouvellement des moyens d'attache est une mesure qui se présente d'elle-même.

En particulier, on substituera, dans les voies à express, à l'ancien mode de fixation au moyen de crampons, celui au moyen de tire-fond; en outre, dans le but de préserver les traverses et les crampons ou tire-fond, on munira chaque traverse d'une selle intermédiaire, et on augmentera le nombre des moyens d'attache en raison de la fatigue plus grande prévue.

5° *Amélioration de l'éclissage.*

Si, dans les voies modernes, l'assemblage du joint peut avec raison être considéré comme « leur point faible », à plus forte raison peut-on dire cela de l'assemblage dans une voie déjà ancienne et fatiguée, dont les éclisses aussi bien que les rails ont subi une déformation

durch Verminderung der Schwellendistanzen erscheint besonders empfehlenswerth für den Oberbau auf Gebirgsbahnen, auf welchen zur Beförderung der Lastzüge oft vier- und mehrachsige Locomotiven in Verwendung stehen.

4° *Die Verbesserung der Schienenbefestigung.*

Bei der Verstärkung eines älteren Oberbaues in der Absicht denselben für die Befahrung mit grossen Geschwindigkeiten tauglich zu machen, wird in der Regel eine Erneuerung und eine Vermehrung der Befestigungsmittel erforderlich sein.

Wenn mit der Oberbauverstärkung die Schwellenerneuerung verbunden ist, so ist die Auswechslung der Befestigungsmittel eine selbstverständliche Massnahme.

Im Speciellen wird man anstatt der älteren Methode der Befestigung mit Hakennägeln bei einer Schnellzugslinie nur solche mit Tirefonds substituiren; auch wird man behufs Schonung der Schwelle und Tirefonds oder Nägel jede Schwelle mit Unterlagsplatten armiren und der beabsichtigten grösseren Inanspruchnahme gemäss die Anzahl der Befestigungsmittel vermehren.

5° *Die Verbesserung der Stossverbindung.*

Wenn die Stossverbindung bei dem modernen Geleisebau mit Recht als der schwache Punkt bezeichnet wird, so ist dies umsomehr bei einem älteren, abgenützten Geleise, bei welchem sowohl die Laschen als die Schienen durch die Betriebseinwirkungen bereits ausge-

sous l'influence des actions dues au trafic, et lorsqu'on sera dans le cas de devoir renforcer une pareille voie pour l'approprier à un service d'express, on devra porter tout particulièrement son attention sur la disposition de l'éclissage.

La nécessité de restituer, par le remplacement d'éclissages arrivés à leur terme, une force nouvelle à des voies autrement encore très résistantes, a donné naissance aux mesures spéciales désignées ci-après :

a) Dans les anciennes voies, les éclisses sont généralement faibles, et le diamètre de leurs boulons est moindre que 20 *mm*. Les exigences plus grandes du trafic demandent que la section des éclisses ait une plus grande raideur et que le diamètre des boulons soit plus fort (22 à 25 *mm*).

La mise en œuvre de pareils boulons nécessite le forage de plus larges trous dans les rails.

b) En service, les éclissages perdent leur efficacité avant terme, à cause des fortes usures que présentent au bout de peu de temps les éclisses et les rails aux points marqués *a*, *a'*, *b*, *b'*, dans le croquis ci-dessous.

schlagen sind, zutreffend, und bei der Forderung nach Verstärkung eines solchen Geleises für den Schnellzugsdienst wird man der Ausgestaltung dieser Verbindung eine besondere Sorgfalt zuwenden müssen.

Der Nothwendigkeit, noch sehr widerstandsfähige Geleise für die weitere Benutzbarkeit durch Sanirung ausgeschlagener Stösse geeignet zu machen, verdanken die nachstehenden speciellen Massnahmen ihre Entstehung :

a) Aeltere Geleise haben in der Regel schwache biegsame Laschen und Schrauben, deren Durchmesser kleiner ist als 20 *mm*. Die stärkeren Betriebsanforderungen verlangen Laschen mit steiferem Querschnitte und Schrauben mit grösserem Durchmesser (22 bis 25 *mm*). Um diese letzteren in Anwendung zu bringen, werden die Bolzenlöcher der Schienen auf einen grösseren Durchmesser anzubohren sein ;

b) Die Stossverbindungen werden im Betriebe vorzeitig unbrauchbar durch die vehement auftretende Abnutzung der Laschen und der Schienen in den in der Abbildung mit *aa' bb'* bezeichneten Punkten.

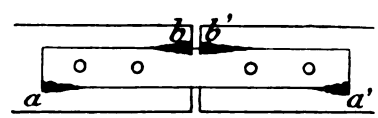


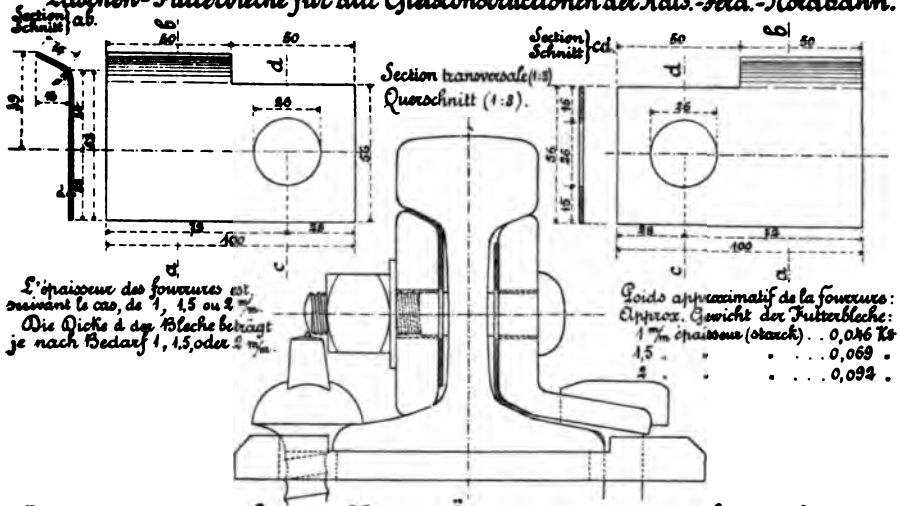
Fig. 6.

La mise en œuvre de nouvelles éclisses fait disparaître la partie des espaces nuisibles, ainsi formés, due à l'usure des anciennes éclisses; mais elle n'a aucun effet sur la partie de ces espaces

Die etwa zur Verwendung gelangenden neuen Laschen werden diese schädlichen Räume nur insoweit beseitigen, als selbe an den alten Laschen aufgetreten waren, — während jene, welche

Fourrures d'éclisses pour anciennes constructions de voie du chemin de fer du Nord "Empereur Ferdinand".

Laschen-Futterbleche für alte Gleisconstructionen der Kais.-Ferd.-Nordbahn.



Aspect extérieur de l'assemblage. – Äussere Ansicht der Stossverbindung (1:6)

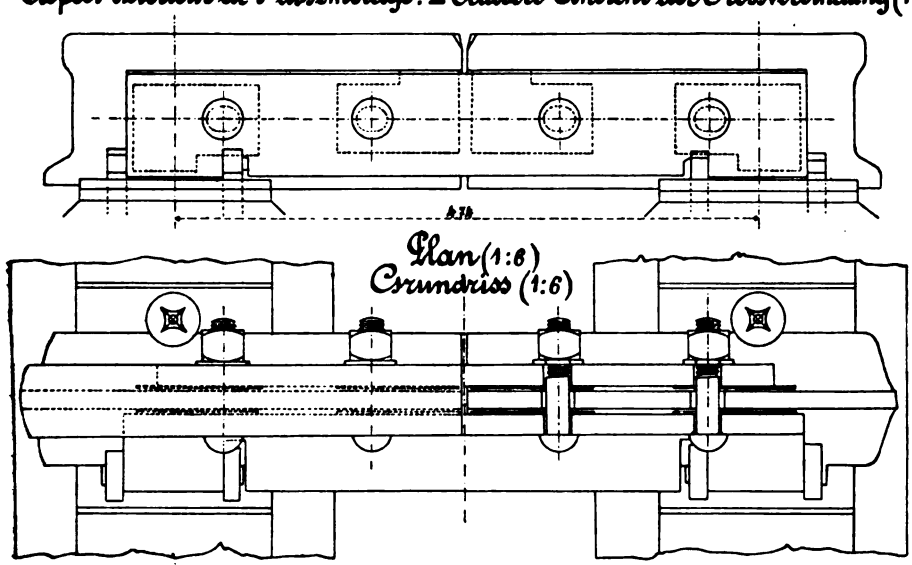


Fig. 7.

due à l'usure des rails. On peut obtenir le remplissage indispensable de ces espaces nuisibles, soit qu'il s'agisse seulement de ceux des rails, soit qu'il s'agisse également de ceux des éclisses, dans le cas où on conserverait les anciennes, en recourant aux fourrures que j'ai proposées et qui sont indiquées à la figure 7. Ces fourrures, qui reçoivent des épaisseurs différentes en rapport avec la grandeur des espaces nuisibles, sont introduites de façon à faire corps avec l'assemblage, et rétablissent pour un certain temps la situation primitive.

Lorsque ces fourrures présentent à leur tour de l'usure, ou que les espaces nuisibles se sont agrandis, il suffira de les remplacer par de nouvelles d'épaisseur convenable.

c) Coüard a démontré que lorsque, dans une voie Vignoles, une roue passe sur un joint, le rail amont dans le sens du mouvement éprouve une torsion plus grande que le rail aval ; la différence de torsion a pour effet de relever le premier rail par rapport au second, de sorte qu'il y a chute de la roue sur ce dernier. Les rails éprouvent ainsi, par suite des chocs répétés qu'ils subissent à leurs extrémités, une déformation qui fréquemment entraîne leur retrait du service, alors que toute la partie restante est encore bonne.

D'après moi, la façon dont les rails Vignoles sont ordinairement fixés au moyen crampons ou de tire-fond est insuffisante pour empêcher cette torsion. Elle est combattue d'une façon plus complète par un mode de fixation plus rigide, tel que ceux par coussinets, par

an den bezeichneten Puncten in den Schienen auftreten, noch als solche verbleiben.

Für die nothwendige Ausfüllung solcher schädlicher Räume, ob sie nun jene der Schienen allein, oder bei Belassung der alten Laschen auch jene der letzteren betreffen, dienen die von mir vorgeschlagenen, in der Abbildung (fig. 7.) dargestellten Futterbleche, welche in verschiedener Dicke hergestellt, der jeweiligen Grösse des schädlichen Raumes angepasst und organisch in die Stossverbindung eingefügt, auf eine gewisse Zeit den ursprünglichen Zustand wieder herstellen.

Bei abermaliger Abnützung solcher Futterbleche und Vergrösserung der schädlichen Räume bedarf es dann lediglich einer Auswechslung der betreffenden Futterbleche.

c) Coüard hat den Nachweis geliefert, dass beim Vignolesoberbau die das Rad abgebende Schiene beim Stosse mehr gedreht wird, als die das Rad aufnehmende, und dass die Differenz in der Drehung einen Höhenunterschied der beiden Schienenenden hervorbringt, infolge dessen das Rad von der ersten Schiene auf die zweite herabfällt. Durch diese Schläge erleiden die Schienenenden eine Deformation, welche häufig dazu zwingt, die Schienen früher auszuwechseln, als ihr sonstiger Zustand es erfordern würde.

Nach meiner Ansicht wird dieser Drehung durch die Befestigungsweise der Vignolesschienen mit Nägeln oder Tirefonds nur unvollkommen entgegengewirkt. Eine starrere Befestigungsweise, wie sie durch Chairs, Spannplatten oder Krempenplatten erfolgt,

plaque de tension ou par plaque de serrage, et du même coup, le martelage produit par le passage des véhicules sera diminué.

L'expérience que j'ai à ce sujet dérive des observations faites pendant une période de dix ans avec la voie métallique du système Heindl, laquelle, fixée au moyen de vis de serrage et de boulons, possède un joint se comportant mieux que les voies parallèlement en observation, dans lesquelles le rail est fixé sur des traverses en bois au moyen de crampons ou de tire-fond.

Cette expérience m'a engagé à faire sur diverses sections de voie fortement parcourues, et ayant les unes vingt ans d'âge comme superstructure, les autres une superstructure neuve, un essai consistant à munir les deux traverses de joint de plaques de tension et d'y appliquer le mode de fixation Heindl, tout en conservant pour les autres traverses le mode de fixation ordinaire.

Les résultats obtenus par cette construction quelque peu hétérogène ont été si favorables que j'ai décidé d'en faire une application étendue pour renforcer une superstructure qui date déjà de 1870, mais dans laquelle on avait mis en œuvre des rails en acier Bessemer de toute première qualité.

d) Le cheminement de la superstructure est d'ordinaire combattu par une disposition dans laquelle le système de fixation du rail est combiné de manière qu'au moyen d'encoches, il est utilisé pour fixer à la fois sur la traverse de joint, le rail et l'éclisse.

On doit, lorsqu'il s'agit d'éclisses nouvelles, recommander que les branches

wird einer solchen Drehung wirksamer begegnen, und werden hiedurch die hämmernden Schläge der passirenden Fahrzeuge gemildert werden.

Diese Erfahrung hat sich an der 10jährigen Beobachtung des eisernen Oberbaues « System Heindl » herausgebildet, welcher mit Klemmen, Beilagen und Schrauben befestigt ein besseres Verhalten der Stossverbindungen aufweist, als der in paralleler Beobachtung stehende Holzoberbau mit Nägel- und Tirefondsbefestigung.

Durch diese Erfahrung angeregt, habe ich versuchsweise in verschiedenen Strecken 20 Jahre alten Oberbau mit starker Frequenz, nicht minder bei einigen neuen Geleisen die beiden Stossschwellen mit Spannplatten armirt und die Befestigungsweise Heindl angewendet, während die übrigen Schwellen mit der gewöhnlichen Befestigung belassen wurden.

Die Resultate, welche ich mit dieser etwas fremdartigen Construction erzielt habe, sind so günstige, dass ich selbe für die Verstärkung des aus den siebziger Jahren stammenden Oberbaues, für welchen Bessemerschienen vorzüglicher Qualität geliefert worden sind, weiterhin zu verwenden beantragen darf.

d) Um dem sogenannten Wandern des Oberbaues zu begegnen, wird gewöhnlich die Laschenverbindung an den Stossschwellen mit den Befestigungsmitteln durch Klinkungen in Verbindung gebracht. Bei neuen Laschen empfiehlt es sich, die unteren Winkellappen soweit herabreichen zu lassen, dass dieselben beiderseits die

cornières inférieures soient repliées par en dessous, de façon à présenter, de part et d'autre, une fourche emboîtant la plaque d'appui; ou encore que ces branches descendent assez bas, pour butter contre les faces latérales des traverses. Nous avons, à un autre endroit, fait connaître encore d'autres dispositions employées dans le même but.

Je puis ajouter que, grâce à leur meilleur système de fixation du rail et à l'assiette plus ferme des traverses de joint, les voies sur traverses munies de plaques de tension dénotent une tendance beaucoup moindre au cheminement, et cela est d'ailleurs le cas pour toutes les voies dans lesquelles on emploie un meilleur système de fixation des rails.

Le tableau de l'annexe VI montre, à l'aide d'un exemple particulier, les effets qu'une amélioration de la voie au moyen des dispositions 1 à 4 produit sur ses conditions statiques et sur les fatigues auxquelles elle est soumise de leur chef.

CONCLUSIONS.

La mission imposée au rapporteur consistait à exposer les moyens à employer pour renforcer la superstructure d'une voie en vue d'une augmentation de la vitesse, et à établir le type des voies propres aux grandes vitesses. L'impossibilité dans laquelle on se trouve de déterminer d'une façon satisfaisante, soit par la théorie, soit par l'expérience, les augmentations de fatigue qui sont la conséquence d'une augmentation de vitesse, ne permet pas de donner à

Unterlagsplatten gabelförmig umgreifen, oder dass dieselben sich an die Seitenflächen der Stossschwellen stützen. Sonstige Mittel, welche für diesen Zweck in Anwendung gekommen sind, wurden an anderer Stelle erwähnt.

Hinzufügen darf ich, dass die mit Spannplatten armirten Stösse vermöge ihrer besseren Befestigung der Schiene und ihrer ruhigeren Lage der Stossschwellen eine weit geringere Neigung zum Wandern aufweisen, wie überhaupt Oberbauconstructionen mit besserer Befestigungsweise dem Wandern weniger unterworfen sind.

Die Zusammenstellung auf Beilage VI zeigt an einem speciellen Beispiele die Rückwirkungen der Sanirung eines Geleises durch die sub 1 bis 4 in Vorschlag gebrachten Mittel auf die statischen Verhältnisse eines solchen Geleises und die sich ergebenden Inanspruchnahmen desselben.

SCHLUSSWORT.

Die dem Berichterstatter gestellte Aufgabe, jene Massnahmen zur Verstärkung des Oberbaues darzulegen, die mit Rücksicht auf die Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit geboten erscheinen und die Type einer Geleiseconstruction für Bahnen mit grossen Fahrgeschwindigkeiten festzustellen, konnte im vorliegenden Berichte einer abschliessenden Lösung nicht zugeführt werden, weil zur Zeit die lediglich aus der Erhöhung der Fahrgeschwindig-

l'exposé une solution décisive sur l'un ou l'autre de ces deux points.

Notre étude ne pouvait, par conséquent, avoir comme point de départ que les sollicitations dues aux charges en repos, *augmentées* par un coefficient numérique, puisque l'influence de la vitesse sur l'augmentation de ces sollicitations n'a pu être déterminée que qualitativement et non pas quantitativement.

Ce n'est donc qu'en considérant une charge de roue constante que nous avons pu soumettre à un examen comparatif les riches matériaux que les Administrations des chemins de fer nous ont fournis, relativement au mode de construction et à l'entretien des voies de leurs lignes affectées au grand trafic. Nous avons pu ainsi constater que malgré la grande diversité des constructions envisagées, il y avait une concordance frappante dans les fatigues, là où les sollicitations et la résistance se font équilibre. D'un autre côté, la manière très différente dont se comportent des voies de même valeur sous l'action de moteurs différant entre eux au point de vue du système de construction, nous a permis de déduire une mesure relative à l'influence que ce mode de construction exerce sur les fatigues que les moteurs produisent dans la voie, même à l'état de repos.

Nous avons, à ce point de vue, dû reconnaître que la résistance de la voie a des limites infranchissables, dues aux principes mêmes qui régissent sa construction, et à la nature des matériaux qui entrent dans sa composition.

keiten resultirende Mehrinanspruchnahme des Geleises weder practisch, noch theoretisch genügend festgestellt ist.

Die betreffenden Untersuchungen konnten deshalb nur auf die rechnungsmässig ermittelbaren Wirkungen einer *erhöhten* Ruhelast basirt, der Einfluss der Fahrgeschwindigkeiten auf die Erhöhung dieser Wirkungen aber nur qualitativ, nicht quantitativ ermittelt werden.

Vermochten wir sohin das reiche Material, welches uns die Bahnverwaltungen über die auf den Linien des grossen Verkehrs bestehenden Bauarten der Geleise und deren Bewährung zur Verfügung stellten, zunächst auch nur unter dem Gesichtspunkte einer constanten Belastung einer vergleichenden Prüfung zu unterziehen, so konnten wir doch einerseits trotz der Verschiedenheit der Construction eine auffällige Uebereinstimmung in der Inanspruchnahme derselben dort constatiren, wo Inangriffnahme und Widerstand im Gleichgewichte stehen, und gab uns andererseits das sehr verschiedenartige Verhalten gleichwerthiger Geleisconstructionen unter der Einwirkung verschieden gebauter Fahrzeuge einen relativen Massstab für den Einfluss, welchen die Bauart des ruhenden Fahrzeuges auf die Inanspruchnahme des Geleises nimmt. Wir mussten dabei erkennen, dass das Geleise eine aus seinen Zwecken abgeleitete Bauconstruction ist, welcher durch die grundsätzliche Art ihrer Zusammenfügung und die Natur der Materialien, aus denen sie

Nous avons dû reconnaître, de plus, qu'il n'y a pas de mode spécial de construction propre aux voies à grandes vitesses.

Bien entendu, lorsqu'on aura à établir une voie nouvelle devant servir à un pareil trafic, on ne pourra perdre de vue que les exigences du public, pour obtenir que les voyages soient de plus en plus rapides, et de plus en plus confortables, croissent continuellement et imposent des efforts sans cesse plus grands au service de la traction. Ces efforts se traduisent à leur tour en fatigues plus élevées de la voie dues aux charges verticales et horizontales.

Les voies servant aux grandes vitesses devront donc être douées d'une plus grande résistance et d'une plus grande raideur et exigeront une augmentation et un renforcement de la fixation.

Lorsqu'on se demande dans quelle mesure on doit ainsi renforcer la voie, on doit prendre en considération que la voie, telle qu'elle est établie à ce jour, ne possède pas la propriété désirable de pouvoir s'adapter aux sollicitations variables du trafic, et on doit se rappeler que, lorsque celles-ci dépassent certaines limites, c'est d'abord l'économie de l'entretien, et ensuite la sécurité de la circulation, qui se trouvent compromises.

Les Administrations tiennent compte de cette circonstance, les unes, en cherchant à ce que les fatigues du trafic, eu égard aux charges et vitesses admises, ne dépassent pas certaines limites intransgressibles, les autres, en donnant à la voie une capacité de résistance maxi-

sich zusammensetzt, unüberschreitbare Grenzen gezogen sind.

Wir mussten weiters erkennen, dass es eine besondere Bauart für den Schnellzugsverkehr nicht gibt.

Allerdings wird man bei Herstellung neuer Geleise, welche diesem Verkehre zu dienen haben, sich vor Augen halten, dass das allmälige Anwachsen der Forderungen nach Erhöhung der Geschwindigkeit und Bequemlichkeit der Eisenbahnreisen grössere Ansprüche an die Traction stellt, welche letztere wieder nur in grösserer Beanspruchung der Geleise rücksichtlich der verticalen und horizontalen Belastungen ihren Ausdruck finden.

Diese dem Schnellzugsverkehre dienenden Geleise werden sohin einen höheren Grad der Tragfähigkeit und Steifigkeit, sowie eine vermehrte und verstärkte Befestigung erfordern.

Bei der Frage, wie weit mit diesen Massnahmen zu gehen sei, kommt in Betracht, dass dem Geleisebaue, wie er sich zur Zeit herausgebildet hat, die wünschenswerthe Anpassungsfähigkeit an die wechselnden Ansprüche des Verkehres abgeht, und bei Steigerung der Ansprüche über gewisse natürliche Grenzen zunächst die Oekonomie der Erhaltung, und im weiteren Fortschritt dieser Ansprüche die Sicherheit des Verkehrs in Frage gestellt ist.

Diesem Umstande tragen die Verwaltungen dadurch Rechnung, dass sie entweder die Verkehrsansprüche in Rücksicht auf Belastung und Geschwindigkeit mit einem gewissen unüberschreitbaren Masse festhalten, oder indem sie dem Geleise das Maximum der

mum, et en la renforçant jusqu'aux limites pratiquement admissibles, soit dans certaines de ses parties, soit dans son ensemble, de façon à lui donner un surcroît de résistance au delà de ce qui est réclamé par les exigences actuelles.

Lorsque nous avons discuté ce dernier procédé, nous avons insisté sur ce point, que la voie doit être envisagée comme un tout, et que, par conséquent, le renforcement d'une partie seulement de ses éléments est sans utilité, lorsque les autres sont à la limite de leur capacité de service.

Nous avons vu dans cette discussion que la traverse et le ballast possèdent une importance capitale, et nous avons constaté que l'augmentation du poids de rail, en vue d'une augmentation du moment résistant de sa section transversale, ne se justifie que lorsqu'elle est accompagnée, en même temps, d'une augmentation du nombre de traverses destinées à recevoir les pressions et à les transmettre au ballast.

Nous sommes arrivés à la conclusion que, pour qu'une voie atteigne la limite supérieure de la capacité de service, elle doit présenter dans ses éléments constitutifs les dimensions et dispositions suivantes :

Le *ballast* doit avoir une épaisseur d'au moins 0·4 *m*, être constitué de matières perméables, et être établi sur un sous-sol asséché, de façon qu'on puisse encore lui attribuer un coefficient C = 3, même lorsqu'on se se trouve dans des circonstances moins favorables (périodes de pluie, etc.).

Les *traverses* en bois ou en acier doivent avoir une longueur de 2·70 *m*, une

Widerstandsfähigkeit geben und einzelne Theile oder die ganze Construction bis an die practisch zulässigen Grenzen verstärken, und so das Geleise mit einem Ueberschuss an Widerstandsfähigkeit über das Mass des heutigen Bedarfes ausrüsten.

Bei Erörterung des letzterwähnten Vorganges war der Umstand nachdrücklich hervorzuheben, dass die Geleise-Construction als Ganzes aufzufassen ist, dass die Verstärkung eines Constructionstheils sich zwecklos erweist, sobald die anderen Theile an der Grenze ihrer Leistungsfähigkeit angelangt sind.

Bei dieser Erörterung tritt die Bedeutung der Schwelle und der Bettung in den Vordergrund und es musste constatirt werden, dass die Vergrösserung des Gewichtes und des Widerstandsmomentes des Querschnittes der Schiene nur insolange berechtigt ist, als durch dieselbe eine grössere Anzahl von Schwellen zur Druckaufnahme und Drucküberträgung auf die Bettung herangezogen werden können.

Bei dieser Erörterung wurde festgestellt, dass ein Geleise, welches an die *obere Grenze der Leistungsfähigkeit heranreicht*, in seinen Constructionselementen etwa folgende Abmessungen und Anordnungen aufweisen wird :

Ein Schotterbett, dessen Stärke nicht unter 0·4 *m* aus wasserdurchlässigem Materiale auf trockenem Untergrunde herzustellen ist, für welches auch bei minder günstigen Verhältnissen (zum Beispiel nasse Witterung, etc.) noch ein Bettungscoefficient C = 3 angenommen werden kann.

Schwellen aus Holz oder Flusseisen mit einer Länge von 2·7 *m*, einer unte-

largeur à la face inférieure de 0·26 *m*, et une section transversale telle, qu'en égard à leur matière on ait : $\frac{EI}{10^8} \geqq 5$; elles doivent aussi permettre une bonne fixation du rail.

Les *rails* doivent être en acier Bessemer ou Martin, avoir une longueur de 9 à 12 *m*, et une section transversale dont le moment résistant soit d'environ 200.

L'*espacement des traverses* ne devra pas dépasser 0·50 *m* au joint, et 0·80 *m* dans la partie médiane du rail. Si l'on va encore plus loin en diminuant ce dernier chiffre, on aura un moyen présentant toutefois certains inconvénients, pour pouvoir admettre des charges de roue qui atteindraient de 8 à 9 tonnes.

L'intensité des actions transversales augmentant avec la vitesse, on combattra ces actions en fixant les rails sur chaque traverse au moyen de 3 ou 4 attaches, en donnant à celles-ci des dimensions plus fortes, en employant des tire-fond, plaques, coussinets, etc., enfin, en améliorant l'éclissage et en le rendant plus robuste.

Une voie ainsi caractérisée, dont toutes les dimensions et dispositions sont basées sur la théorie et l'expérience, présentera le maximum de la capacité de résistance qu'il est pratiquement possible d'obtenir.

Les systèmes de voie en usage, que nous avons fait connaître, montrent que cette résistance n'est pas sensiblement supérieure à celle que présentent les types actuels; il y a même plusieurs de ceux-ci qui dépassent la mesure in-

ren Breite von 0·26 *m* und einem Materialquerschnitte, für welchen $\frac{EI}{10^8} \geqq 5$ ist, und welche eine gute Befestigung der Schiene gestatten.

Schienen aus gleichmässigem, hartem und zähem Stahlmateriale, welche Längen von 9 – 12 *m* und einen Querschnitt aufweisen, dessen Widerstandsfähigkeit circa 200 beträgt.

Die Schwellenentfernung wird am Stosse nicht über 0·50 *m* und an der ungetheilten Schiene nicht über 0·80 *m* betragen. In der weiteren Abminderung dieser letztgenannten Dimension wird eine wenn auch nicht einwandfreie Massnahme gegeben sein um grössere Raddrücke von 8—9 Tonnen zulassen zu können.

Den durch die höhere Geschwindigkeit gesteigerten Transversalkräften müsste durch Vermehrung der Befestigungsmittel der Schiene auf 3—4 pro Schwelle, und durch entsprechende Verstärkung derselben durch Verwendung von Tirefonds, Platten, Chairs, etc., endlich durch eine Verbesserung und Verstärkung der Stossverbindung Rechnung getragen werden.

Dieses so gekennzeichnete Geleise, für welches die Abmessungen und Anordnungen durch Erwägungen der Theorie und der Erfahrung begründet sind, wird das practisch erreichbare Maximum an Widerstandsfähigkeit aufweisen.

Letzteres liegt nun, wie aus den angeführten Constructionsanordnungen ersichtlich ist, nicht wesentlich über jenen Widerständen, welche die Geleise heutiger Bauart aufweisen — ja es ragen sogar manche Constructionen

diquée ci-dessus par les dispositions et les dimensions de certains de leurs éléments constitutifs.

Les dépenses élevées d'entretien auxquelles la plupart donnent lieu, font ressortir que leurs fatigues sous l'action du trafic atteignent ou dépassent la limite de la résistance, et pour ce motif, des mesures en vue de fatigues plus élevées sont déjà à l'étude ou en préparation.

Les moyens pour renforcer encore davantage les voies, de façon à leur permettre de résister à des fatigues supérieures dépassant les limites naturelles de leur capacité de résistance, nous font défaut, puisqu'on ne pourrait justifier au point de vue économique une augmentation plus grande encore du nombre et de la largeur des traverses, combinée avec une augmentation parallèle du poids de rail, et qu'il ne peut être question de la seule mesure qui se présente comme efficace, c'est-à-dire l'élargissement de la jauge.

On est donc forcément amené à chercher l'amélioration désirée, dans les progrès que peut réaliser la construction des moteurs.

L'ingénieur de la traction a à sa disposition les moyens pour que la capacité de résistance d'une voie puisse être complètement utilisée pour l'adhérence et l'effort de traction, en employant des machines qui, tout en ayant des charges d'essieux plus élevées, donnent lieu à de moindres actions dynamiques.

Nous pouvons en conséquence dire, qu'en proscrivant les machines à trois essieux couplés, en employant des machines dont les essieux ne soient pas

durch die Anordnungen und Abmessungen einzelner Bestandtheile über das Mass der Vorschläge hinaus.

Die Beanspruchung der Geleise durch den Verkehr hat, wie die grossentheils auftretenden Erhaltungskosten schliessen lassen, die Grenze des Widerstandes erreicht oder überschritten, — oder es sind Massnahmen für eine höhere Verkehrsbeanspruchung bereits in Discussion oder Vorbereitung.

Um solche weitergehende Ansprüche zu befriedigen, welche die natürlichen Grenzen der Widerstandsfähigkeit der Geleise durchbrechen, fehlen die Mittel nach weiterer Verstärkung der Geleise — da eine Vermehrung und Erbreiterung der Schwellen und eine damit zusammengehende Erhöhung des Schienengewichtes ökonomisch nicht zu rechtfertigen, und da eine der wirksamsten Massregeln, die Vergrösserung der Spurweite, ausser Discussion steht.

Man ist also diesbezüglich *lediglich auf die Fortschritte im Baue der Fahrzeuge gewiesen.*

Es ist dem Maschinen-Ingenieur das Mittel gegeben, die Widerstandsfähigkeit des Geleises durch eine zulässige Erhöhung des Raddruckes unter gleichzeitiger Abminderung der dynamischen Wirkung des Fahrzeuges für die Adhäsion und Zugkraft auszunützen.

Wir konnten diesbezüglich nachweisen, dass *in Vermeidung dreiachsiger Fahrzeuge, in nicht zu enger Stellung der Achsen* und in *geringerer Belastung*

trop rapprochés, et dont les essieux d'avant et d'arrière soient les moins chargés, en adoptant, enfin, la disposition des cylindres intérieurs, on a les moyens propres pour rendre les fatigues de la voie les plus favorables possibles, et pour pouvoir au besoin autoriser une augmentation du poids par essieu.

En livrant à la discussion de la cinquième session du Congrès international des chemins de fer l'exposé qui précède, nous exprimons l'avis qu'il ne peut s'agir pour celui-ci que de se prononcer sur les principes généraux qui y sont contenus, mais que chaque Administration doit pouvoir juger elle-même jusqu'à quel point il y a utilité pour elle à les appliquer.

der ersten und letzten Locomotivachsen, endlich in der Anordnung *innenliegender Dampf-Cylinder* geeignete Mittel sich darbieten, eine möglichst günstige Inanspruchnahme der Geleise herbeiführen, bezw. eine Erhöhung der Achsdrücke zulässig zu machen.

Indem wir den vorstehenden Bericht der Discussion des fünften internationalen Eisenbahn-Congresses überantworten, sind wir der Ansicht, dass es sich für diesen lediglich um die Begutachtung der im Berichte zum Ausdrucke gelangten allegmeinen Principien handeln kann, dass hingegen die Nutzbarmachung derselben im Einzelnen den Bahnverwaltungen anheimgegeben werden muss.

Rails.

TABLEAU

donnant, d'après les indications fournies par les diverses Administrations, les données et valeurs numériques relatives aux *rails* pour leurs voies les plus robustes.

Schienen.

TABELLE

der von den Verwaltungen gelieferten Daten betreffend die Dimensionen und Materialien der in den bezüglichen stärksten Geleise-Constructionen verwendeten Schienen.

		Chemin de fer de l'Etat français. (Französische Staatsbahn.)	Chemins de fer de Paris à Orléans. (Paris-Orleans Bahn.)	Société austro-hongroise des chemins de fer de l'Etat. (Oesterreichisch-Ungarische Staats-Eisenbahn-Gesellschaft.)	Chemin de fer du Nord Empereur Ferdinand (Kaiser Ferdinands-Nordbahn.)	Südbahn autrichien. (Oesterreichische Südbahn.)	Chemin de fer égyptien. (Egyptische Bahn.)	Chemin de fer de l'Ouest. (Französische Westbahn.)	Chemin de fer hollandais. (Holländische Bahn.)	Méridionaux d'Italie. (Strade ferrata Meridionali Rete Adriatica.)	Chemin de fer du Midi. (Französische Südbahn.)	Chemin de fer de l'Etat belge. (Belgische Staatsbahn.)	Chemin de fer Paris-Lyon-Méditerranée. (Paris-Lyon-Mittelmeer-Bahn.)	Chemin de fer du Nord. (Französische Nordbahn.)	Chemin de fer du St-Gothard. (St-Gotthards Bahn.)
		Jusque 7 tonnes. (Bis 7 Tonnen.)						Supérieures à 7 tonnes (Ueber 7 Tonnen.)							
N°s d'ordre. Post N°s	Charges de roue des locomotives. (Raddruck der Locomotiven.)	6,250	6,550	6,900	6.900	7,000	7,000	7.050	7,300	7,490	7,500	7,500	7,635	7,675	7,800
1	Système de rail. (Schienensystem)	Bourrelet dissymétrique. Dissymetrische Doppelkopfschiene.	Bourrelet dissymétrique. Dissymetrische Doppelkopfschiene.	Vignoles.	Vignoles.	Vignoles.	Vignoles.	Bourrelet dissymétrique. Dissymetrische Doppelkopfschiene.	Vignoles.	Vignoles.	Bourrelet symétrique. Symmetrische Doppelkopfschiene.	Vignoles.	Vignoles.	Vignoles.	Vignoles.
2	Poids par mètre courant. (Einheitsgewicht per Meter.)	40	42·5	33	35·3	34	42	44	38·6	36	38	52	48	45	46
3	Dimensions (Abmessungen) — en hauteur (der Höhe)	mm. 145	145	125	127	128	140	142	130	130	134	145	142	144	145
		133	133	116	117	118	128	130	118	120	122	133	130	132	133
	Dimensions (Abmessungen) — en longueur (der Länge)	m. 11·0	11·0	9·0	9·0	10·0	12·0	12·0	9·8	9·0	11·0	9·0	12·0	12·0	12·0
4	Section transversale. (Querschnitt.) — Moment d'inertie. (Trägheitsmoment.)	1259·9	1221·6	863	951	934	1437·5	1263·6	1085	1008	996·7	1769	1585·5	1586·1	1640
		970	992	698	764	748	1149	990	883	779	749	1397	1316	1232	1268
	Section transversale. (Querschnitt.) — Moment résistant. (Widerstandsmoment.	164	152·7	135	147	143·5	199·7	169·7	157	151·7	148·8	240	223	204·8	222
		143	136	113	124	120	169	149	143	121	118	200	192	166	178
5	Matière (Material.) — Qualité. (Qualität.)	Acier Bessemer basique Badischer Bessemerstahl.	Acier Bessemer acide. Saurer Bessemerstahl.	Acier Bessemer Bessemerstahl.	Acier Bessemer ou Martin basique. Badischer Bessemer- oder Martinstahl.	Acier Martin Martinstahl.	Acier Bessemer. Bessemerstahl.	Acier Bessemer ou Martin. Bessemer- oder Martinstahl.	Acier Bessemer. Bessemerstahl.	Acier Bessemer acide ou Martin. Saurer Bessemer- oder Martinstahl.	Acier Bessemer acide ou Martin. Saurer Bessemer- oder Martinstahl.	Acier. Stahl.	Acier Martin Martinstahl.	Acier Bessemer ou Martin. Bessemer- oder Martinsta l.	Acier Bessemer. Bessemerstahl.
	Matière (Material.) — Résistance de rupture. (Bruchfestigkeit.)	7000 / 8000	7000 / 8000	5500	5500 / 6700	6600	7000 / 7200	7000	6200	5600	7800 / 9800	6000	7000	7150	6500
	Matière (Material.) — Allongement. (Dehnung.)	8 %	10-15 %	15 %	14·5 % / 23 %	17 %	11 %	8 %	19.5 %	20 %	15-4 %	13 %	12 %	15-4 %	20 %

Traverses.

TABLEAU

comparant l'essence et les dimensions des traverses employées par les Administrations adhérentes, ainsi que leur espacement et le mode d'attache des rails.

Schwellen.

TABELLE

der von den Verwaltungen mitgetheilten Daten betreffend das Material und die Dimensionen der verwendeten Schwellen, sowie deren Abstand und Befestigung mit der Schiene.

N° d'ordre. Posten.		Chemin de fer de l'Etat français. (Französische Staatsbahn.)	Chemin de fer de Paris à Orléans. (Paris-Orleans-Bahn.)	Société austro-hongroise des chemins de fer de l'Etat. (Oesterreichisch-ungarische Staats-Eisenbahn-Gesellschaft)	Chemin de fer du Nord Empereur Ferdinand. (Kaiser Ferdinands-Nordbahn.)	Südbahn Autrichien. (Oesterreichische Südbahn.)	Chemin de fer Egyptien. (Egypische Bahn.)	Chemin de fer de l'Ouest. (Französische Westbahn.)	Chemin de fer Hollandais. (Holländische Bahn.)	Méridionaux d'Italie. (Strade ferrate Meridionali Rete Adriatica.)	Chemin de fer du Midi. (Französische Südbahn.)	Chemin de fer de l'Etat Belge. (Belgische Staatsbahn.)	Chemin de fer Paris-Lyon-Méditerranée. (Paris-Lyon-Mittelmeer-Bahn.)	Chemin de fer du Nord. (Französische Nordbahn.)	Chemin de fer du Saint-Gothard. (St-Gotthards-Bahn.)
	Charges de roue de locomotives. (Raddrücke der Locomotiven.)	Jusque 7 tonnes. (Bis 7 Tonnen.)						Supérieures à 7 tonnes. (Ueber 7 Tonnen.							
		6,250	6,550	6,900	6,900	7,000	7,000	7,050	7,300	7,490	7,500	7,500	7,635	7,675	7,800
1	Essence des traverses. (Material der Schwellen.)	Acier doux. Chêne, pin sauvage. (Weicher Stahl. Eiche, Kiefer.)	Chêne. (Eiche.)	Chêne. (Eiche.)	Chêne. (Eiche.)	Chêne. (Eiche.)	Chêne et sapin de la Baltique. (Eiche und baltische Tanne.)	Chêne et hêtre. (Eiche und Buche.)	Acier doux. Chêne, sapin rouge. (Weicher Stahl. Eiche und Rothtanne.	Chêne. (Eiche.)	Chêne, pin sauvage. (Eiche, Kiefer.)	Bois. (Holz.)	Chêne et hêtre. (Eiche und Buche.)	Chêne et hêtre. (Eiche und Buche.)	Fer doux basique. (Weiches basisches Eisen.)
2	Dimensions (Abmessungen.) — Longueur. (Der Länge).	2·50	2·70	2·50	2·70	2·40	2·72 2·60	2.70	2·60	2·60	2·60 2·70	2·60	2·60	2·60	2·50
2	Dimensions (Abmessungen.) — Largeur. (Der Breite.)	24 22	22	30	26	26	25·4 24	22 30	26	24	25 30	28	20	26	21·9
2	Dimensions (Abmessungen.) — Épaisseur. (Der Höhe.)	8 14	15	15	16	16	12·7 15	13 14	15	14	12 13	14	15	13	8·5
3	Section transversale. (Querschnitt.) — Moment d'inertie (Trägheitsmoment)	168 5030	6188	6125	7672	6380	4336 7031	3963 5030	7312	5488	4475	4326	5625	4760	229
3	Section transversale. (Querschnitt.) — Moment résistant (Widerstandsmoment.	30 718	825	766	905	717	638 937	598 718	975	784	716	534	750	879	39.7
3	Section transversale. (Querschnitt.) — $\frac{E/I/}{10^6}$ Caractéristique de la matière. (Materialcharakteristik.)	2·85 5,0	6·2	6 1	7·7	6·4	4·3 7·0	4·0 5·0	7.3	5·5	4·5	4·3	5·6	4·8	3·9
4	Espacement des traverses. (Schwellenentfernung.) . *cm.*	82	81·8	86	78	88	81 6	74·8	92 5	86	98·4	80	72·3	80	81
5	Élément intermédiaire entre le rail et la traverse. (Zwischenlage zwischen Schiene und Schwelle.)	Coussinet. (Stahl.)	Coussinet. (Stahl.)	Selle. (Unterlagsplatte.)	Selle. (Unterlagsplatte.)	Selle. (Unterlagsplatte.)	Néant ou selle. Keine oder Unterlagsplatte.)	Coussinet. (Stahl.)	Néant ou selle. (Keine oder Unterlagsplatte.)	Selle. (Unterlagsplat e.)	Coussinet. (Stahl.)	Selle. (Unterlagsplatte.)	Selle. Unterlagsplatte.)	Plaques en feutre. Filzplatten.	Néant. (Keine.)
6	Attaches. (Befestigungsmittel.)	Tire-fond et boulons. (Tirefonds u. Schraubenbolzen.)	8 tire-fond.	1 tire-fond, 2 crampons (1 Tirefond, 2 Klammern.)	1 tire-fond, 2 crampons. (1 Tirefond, 2 Klammern.)	Crampons. (Klammern.)	2-3 tire-fond.	Tire-fond.	Crampons. (Klammern.)	Crampons. (Klammern.)	Tire-fond.	Tire-fond	4 tire-fond.)	3 tire-fond.)	Plaques de tension et boulons. (Spannplatten u. Schraubenbolzen.)
7	Nombre de traverses par kilo-														

TABLEAU
des dimensions et de la matière de l'éclissage.

TABELLE
der Abmessungen und des Materiales der Schienenstoss-Verbindung.

N° d'ordre. (Post n°.)		Chemin de fer de l'État français. (Französische Staatsbahn.)	Chemin de fer de Paris à Orléans. (Paris-Orleans-Bahn.)	Société austro-hongroise des chemins de fer de l'État. (Oesterreichisch-ungarische Staats-Eisenbahn-Gesellschaft.	Chemin de fer du Nord Empereur Ferdinand. (Kaiser Ferdinands-Nordbahn.)	Südbahn autrichien. (Oesterreichische Südbahn.)	Chemin de fer égyptien. (Egyptische Bahn.)	Chemin de fer de l'Ouest. (Französische Westbahn.)	Chemin de fer hollandais. (Holländische Bahn.)	Méridionaux d'Italie. (Strade ferrata Meridionali Rete Adriatica.)	Chemin de fer du Midi. (Französische Südbahn.)	Chemin de fer de l'État belge. (Belgische Staatsbahn.)	Chemin de fer Paris-Lyon-Méditerranée. (Paris-Lyon-Mittelmeer-Bahn.)	Chemin de fer du Nord. (Französische Nordbahn.)	Chemin de fer du Saint-Gothard. (St-Gotthards-Bahn.)
		Jusque 7 tonnes. (Bis 7 Tonnen.)						Supérieures à 7 tonnes. (Ueber 7 Tonnen.)							
	Charges de roue. (Raddrück.)	6,250	6,550	6,900	6,900	7,000	7,000	7,050	7,300	7,490	7,500	7,500	7,635	7,675	7,800
1	Profil des éclisses (Laschenprofile) — intérieure. (innen)	II	II	II	II	I	II	IV	II	II	I	II	II	II	II
	extérieure. (aussen)	II	II	III	III	III	II	IV	II	II	II	II	II	II	II
2	Long' des éclisses (Länge der Laschen) — intérieure. (innen)	·	·	470	500	550	550	460	·	735	540	730	800	650	600
	extérieure. (aussen)	·	·	590	553	590	550	460	·	735	450	730	800	650	600
3	Section. (Querschnitt.) — Moment d'inertie (Trägheitsmoment) — intérieure. (innen)	783	746	128·1	143·9	61	158·5	362·6	·	131·7	491	302·7	185·7	·	195·6
	extérieure. (aussen)			281·9	232·7	242	158·5	362·6	·	131·7		295·3	185·7	·	195·6
	Moment résistant (Widerstandsmoment) — intérieure. (innen)	111·9	·	24·7	25·5	14·9	29·2	51·1	·	24·9	·	46·3	32·7	·	34·5
	extérieure. (aussen)		·	50·7	45	44	29·2	51·1	·	24·9	·	44·7	32·7	·	34·5
4	Poids des éclisses (Gewicht der Laschen) — intérieure. (innen)	19·0	19·0	7·2	7·2	4·7	9·4	8	·	10	4·3	22	15·4	·	10
	extérieure. (aussen)			11·0	8·7	9·4	9·4	8	·	10	8·2	21	15·4	·	10
5	Matière. (Material.) — Qualité. (Qualität.)	Acier fondu. (Gussstahl.)	Acier moyennement doux. (Mittelharter Stahl.)	Fer forgé. (Schmiedeisen.)	Acier cémé. (Flussstahl.)	Acier Bessemer doux. (Weicher Bessemerstahl.)	Acier. (Stahl.)	·	·	Acier Martin. (Martinstahl.)	Acier dur. (Harter Stahl.)	Acier doux ou bien fer. (Weicher Stahl oder gutes Eisen.)	Acier. (Stahl.)	·	·
	Résistance de rupture. (Bruchfestigkeit.)	·	·	»	4130 5900	»	4500 5500	·	·	5000	·	3500 4500	»	·	·
6	Boulons. (Bolzen.) — Nombre des boulons (Anzahl der Bolzen)	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	6	4	4
	Diamètre des boulons. (Bolzen-Stärke.)	25	25	19	22	22	25·5	25	·	25	20	25	25	25	25

ANNEXE IV.

TABLEAU

[illegible] et la résistance de la voie sous l'action de la charge au

	Chemin de fer de l'État français. (Französische Staatsbahn.)		Chemin de fer de Paris à Orléans. (Paris-Orleans-Bahn.)	Société Austro-Hongroise des chemin de fer de l'Etat. (Oesterreichisch-Ungarisch Staats-Eisenbahn Gesellschaft.)
	Jusque 7 tonnes. (Bi			
Charge de roue. (Raddrücke.)	6,250		6,550	6,900
[illegible] (Schwellenmaterial.)	Fer. (Eisen.)	Bois. (Holz.)	Bois. (Holz.)	Bois. (Hol
Système de rail. (Schienen-System.)	Bourrelet dissymétrique. (Dissym. Doppelkopfsch.)		Bourrelet dissymétrique. (Dissymetrische Doppelkopfsch.)	Vignoles
Moment d'inertie. (Trägheitsmoment.) I	1259.9 / 970		1221·6 / 992	863 / 698
Moment résistant. (Widerstandsmoment.) W	164 / 143		152 7 / 136	135 / 113
[illegible] (Bettungscoefficient.) C	3		3	3
[illegible] (Schwellenentfernung.) a	82		81·86	86
$B = \frac{6EI}{a^3}$	23308 / 17947		22715 / 18400	13840 / 11210
$D = (n)\ C.\ b.\ l.$	7880	8646	8270	10246
$\gamma = \frac{B}{D}$	2·96 / 2·28	2·70 / 2·07	2 75 / 2·22	1·350 / 1·094
[illegible] (Maximaler Schienen-[illegible]) P	3252 / 3287	3263 / 3302	3418 / 3449	3742 / 3804
Moment de flexion. (Biegungsmoment.) M	179900 / 169100	176100 / 165200	185055 / 175900	171492 / 162530
Fatigue. (Inanspruchnahme.) σ	1097 / 1182	1074 / 1156	1212 / 1293	1270 / 1438
Moment de flexion. (Biegungsmoment.) M'_r	36530 / 36930	43950 / 44480	46027 / 46146	43300 / 44040
Fatigue. (Inanspruchnahme.) σ	1218 / 1231	50·9 / 51·5	55 8 / 56·3	56·5 / 57·5
[illegible] maximum. (Grösster Bettungsdruck.) p_r	1·46 / 1·48	1·26 / 1·29	1 39 / 1·41	1·31 / 1·32
[illegible] maximum. (Maximale Einsenkung.) y_r	0 49 / 0·49	0·42 / 0·43	0·46 / 0.47	0·44 / 0·44
[illegible] moyenne par mètre courant de voie. (Durchschnittliche Erhaltungskosten per Meter Geleise.) Nombre de journées. (An Tagschichten)	.		.	0·18
Dépenses. (An Geld.) Kreutzer.	.		.	15

BEILAGE IV.

TABELLE

er die Inanspruchnahme und die Widerstände der Geleise bei ruhender Belastung.

m en. r he n.)	Chemin de fer égyptien. (Egypti-che Bahn.)	Chemin de fer de l'Ouest. (Französische Westbahn.)	Chemin de fer Hollandais. (Holländische Bahn.)	Méridionaux d'Italie. (Strade ferrata Meridionali Rete Adriatica.)	Chemin de fer du Midi. (Französische Südbahn.)	Chemin de fer de l'État belge. (Belgische Staatsbahn.)	Chemin de fer Paris-Lyon-Méditerranée. (Paris-Lyon-Mittelmeer-Bahn.)	Chemin de fer du Nord. (Französische Nordbahn.)	Chemin de fer du Gothard. (Gotthard-Bahn.)
		Supérieures à 7 tonnes. (Ueber 7 Tonnen.)							
	7,000	7,050	7,300	7,490	7,500	7,500	7,635	7,675	7,000
ftz.)	Bois. (Holz.)	Bois. (Holz.)	Bois. (Holz.)	Bois. (Holz.)	Bois. (Holz.)	Bois. (Holz.)	Bois. (Holz.)	Bois. (Holz.)	Fer. (Eisen.)
n.	Vignoles.	Bourrelet dissymétrique. (Dissymetrische Doppelkopfsch.)	Vignoles.	Vignoles.	Bourrelet symétrique. (Symmetrische Doppelkopfsch.)	Vignoles.	Vignoles.	Vignoles.	Vignoles.
	1437·5 / 1149	1263·6 / 990	1085 / 883	1008 / 779	996·7 / 749	1769 / 1397	1585·5 / 1316	1586.1 / 1332	1640 / 1268
	199·7 / 169	169·7 / 149	157 / 143	151·7 / 121	148·8 / 118	240 / 200	223 / 192	204·8 / 166	222 / 178
	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	81·6	74·8	92·5	86	98·4	80	72·3	80	81
	26986 / 21589	30797 / 24129	13983 / 11326	16165 / 12447	10670 / 8002	35242 / 27811	42791 / 35517	31598 / 24544	31477 / 24237
	9077	9414	9440	8632	9945	9764	7261	9176	7426
	2·97 / 2·38	3·27 / 2 56	1·48 / 1·20	1·87 / 1·44	1·07 / 0·80	3·61 / 2·85	5·89 / 4·89	3·44 / 2·67	4·24 / 3·26
	3183 / 3355	3101 / 3273	3943 / 4171	3979 / 4015	4141 / 4766	3875 / 3908	3063 / 3155	3355 / 3544	4011 / 4048
	200803 / 1.0460	189430 / 179044	199620 / 189340	202778 / 189300	201179 / 187550	220200 / 208900	222566 / 215300	223065 / 210595	239720 / 226800
	1006 / 1127	1116 / 1202	1273 / 1324	1334 / 1564	1352 / 1589	918 / 1050	998 / 1121	1089 / 1269	1080 / 1274
	40342 / 42463	40225 / 4245°	49900 / 52780	49775 / 50600	57100 / 61700	47250 / 47640	38760 / 39900	41374 / 43714	46100 / 46470
	43·1 / 45·3	61·7 / 65·1	51·2 / 54·1	63·5 / 64·5	79·8 / 86·1	88·5 / 89·2	51·7 / 53·2	47·1 / 49·7	1161 / 1171
	1·22 / 1·28	1·10 / 1·16	1·45 / 1·53	1·60 / 1·62	1·49 / 1·62	1·37 / 1·38	1·46 / 1.51	1·26 / 1·33	1·93 / 1 95
	0 41 / 0·43	0 37 / 0·39	0 48 / 0 51	0 53 / 0·54	0·50 / 0·54	0·46 / 0·46	0·49 / 0·50	0·42 / 0·44	0·64 / 0·65
	.	.	0·20	0·36 — 0·40	.	0·15	.	0·20	.
	.	.	40	33	.	18·8	.	.	.

ANNEXE V.

TABLEAU

relatif à la fatigue des éclisses.

BEILAGE V.

TABELLE

betreffend Beanspruchung der Laschen.

N° d'ordre. (Post N°.)	ADMINISTRATIONS (BAHNVERWALTUNG.) — { D. B. = Double bourrelet. (D. K. = Doppelkopfschienen.) { R. V. = Rail Vignole. (V. S. = Vignolschienen.)	Charge d'essieu maxima des locomotives express. (Maxim. Raddruck der Schnellzuglocomotiven.) G. kg.	Moment d'inertie I en cm⁴. (Trägheitsmom. I in cm⁴.) du rail. (der Schienen.)	Moment résistant en cm³. (Widerst.-Moment in cm³.) du rail. (der Schienen.)	Largeur b en cm. (Breite der Basis b in cm.) de la traverse. (der Schwelle.)	Demi-longueur t en cm. (Halbe Länge t in cm.) de la traverse. (der Schwelle.)	Moment d'inertie I' en cm⁴. (Trägh.-Moment I' in cm⁴.) de la traverse. (der Schwelle.)	Longueur en cm. (Länge in cm.) de l'éclisse extérieure. (der Aussenlasche.)	Poids en kg. (Gewicht in kg.) de l'éclisse extérieure. (der Aussenlasche.)	Moment d'inertie en cm⁴. (Trägh.-Moment in cm⁴.) de l'éclisse extérieure. (der Aussenlasche.)	Moment résistant en cm³. (Widerst.-Moment in cm³.) de l'éclisse extérieure. (der Aussenlasche.)	Longueur en cm. (Länge in cm.) de l'éclisse intérieure. (der Innenlasche.)	Poids en kg. (Gewicht in kg.) de l'éclisse intérieure. (der Innenlasche.)	Moment d'inertie en cm⁴. (Trägh.-Moment in cm⁴.) de l'éclisse intérieure. (der Innenlasche.)	Moment résistant en cm³. (Widerst.-Moment in cm³.) de l'éclisse intérieure. (der Innenlasche.)	Espacement des traverses en cm. (Entfernung der Schwellen in cm.) maximum (im Maxim.)	au joint. (am Stoss.)	dans la portée voisine du joint. (Zw. Stoss u. nächst Schwelle.)	Coefficient de ballast. (Bettungscoefficient.)	Fatigue d'après Zimmermann. (Inanspruchnahme nach Zimmermann.) kg par cm² de l'éclisse extérieure. (der Aussenlasche.)	de l'éclisse intérieure. (der Innenlasche.)
1	Société austro-hongroise des chemins de fer de l'Etat. (Oesterreichisch - Ungarische Staats-E. G. (R. V. V. S.)	6900	863	135	30	125	6125	59·0	11·0	281·94	50·7	47·0	7·2	128·14	24·7	86	51·6	80·4	3 8	1833 1378	1711 1286
a	Chemin de fer du Nord Empereur Ferdinand. (Kaiser Ferdinands Nordbahn.) éclisse courte. (Kurze Lasche.) R. V. (V. S.)	6900	951	147	26	135	7672	55·3	8·7	232·7	45·0	50·0	7·2	143·9	25·5	78	47·4	75·5	3 8	1843 1366	2007 1487
2 b	éclisse longue. (Lange Lasche.)	»	»	»	»	»	»	73·0	12·4	»	»	73.0	10·6	»	»	»	»	»	3 8	1769 1271	1926 1384
3	Südbahn (Autriche) (R. V.). (Oesterreichische Südbahn) (V. S.) . .	7000	934	143·5	26	120	6380	59·0	9·42	242	44	55.0	4·7	61	14·9	88	51	78 7	3 8	2460 1788	1841 1338
4	Chemin de fer égyptien (R. V.). (Egyptische Eisenbahn) (V. S.) .	7000	1437·5	199·7	25	130	7031	55·0	9·4	158·5	29·2	55·0	9·4	158·5	29.2	81·6	57·6	81·6	3 8	2492 1784	2492 1784
5	Chemin de fer de l'Ouest (D. B.). (Französische Westbahn) (D. K.).	7050	1263 6	169·7	26	135	4368	46·0	8.0	362·6	51·1	46·0	8 0	362·6	51.1	74·8	60 0	64·0	3 8	1697 1408	1697 1408
6	Méridionaux d'Italie (R. V.). (Strade ferrata Meridionali Rete Adriatica (V. S.)	7490	1008	151·7	24	130	5488	73·5	10	131·7	24·9	73 5	10	131·7	24.9	86	61·4	75·5	3 8	2949 2118	2949 2118
7	Chemin de fer du Midi (D. B.). (1) (Französische Südbahn) (D. K.) .	7500	996·7	148·8	27·5	135	4475	45	5·3	59 6	15·5	54	4·3	59·6	15 5	98·4	60	98 0	3 8	3343 2389	3343 2389
8	État belge (R. V.). (Belgische Staatsbahn (V. S.)	7500	1760	240	28	130	4326	73	21	295 3	44.7	73	22	302·7	46.3	80	60·4	70	3 8	1983 1548	1963 1532
9	Paris-Lyon-Méditerranée (R. V.). (Paris-Lyon-Mittelmeerbahn) V. S.)	7635	1585·5	223	20	130	5625	80	15·4	185·7	32 7	80	15·4	185·7	32.7	72 3	54·6	60	3 8	2590 1999	2590 1999
10	Chemin de fer du Gothard (R. V.). (Gotthardbahn) (V. S.). . . .	7800	1640	222	Traverses en fer. (Eiserne Schwellen.) 21.9	125	229	60	10	195·6	34.5	60	10	195·6	34.5	81	34	62·8	3 8	2165 1708	2165 1708

(1) Il est question d'adopter une éclisse plus forte dont les dimensions n'ont pas été données. (Es wurde zu einer verstärkten Lasche übergegangen, für deren Berechnung jedoch die Angaben fehlen.

ANNEXE VI.

TABLEAU

enfoncements des traverses, fatigue
t des traverses et compressions du
ur différents systèmes combinés de
cture avec rails d'un poids de 35·2 *kg*
courant, et d'une section transver-
espondant à un moment d'inertie
t à un moment résistant W = 136.2.

BEILAGE VI.

TABELLE

über Schwellensenkungen, Beanspruchungen der Schiene und der Schwelle, und über Bettungsdrücke verschieden combinirter Oberbausysteme mit Schienen im Gewichte von 35·2 *kg*, deren Querschnitt ein Trägheitsmoment I = 877.5, und ein Widerstandsmoment W = 136.2 besitzt.

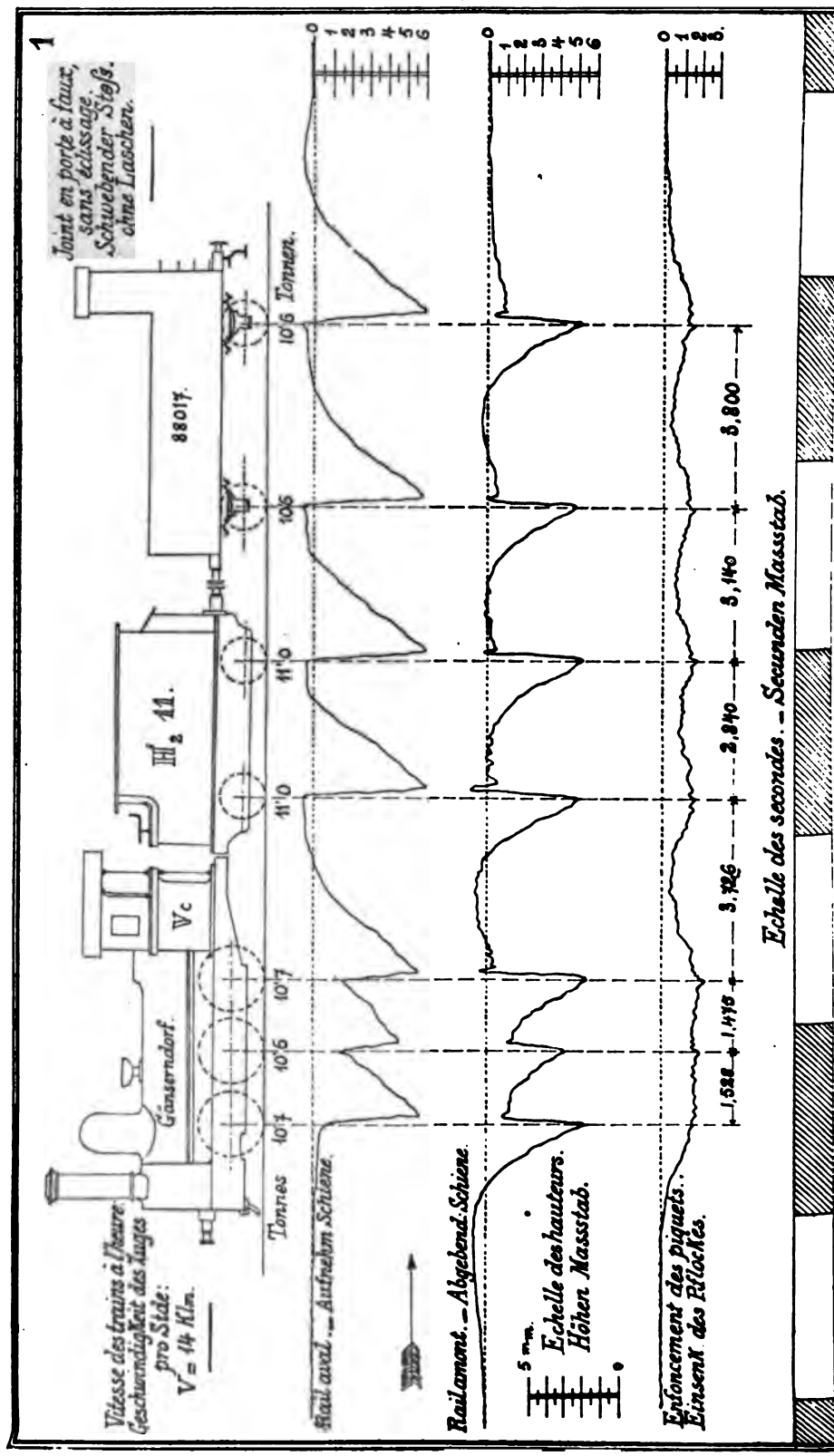
TAT DE LA VOIE. (GEGENSTAND.)	Renseignements relatifs aux traverses. (Constructionselemente der Schwelle.)				Coefficient de ballast. (Bettungscoefficient.)	Espacement des traverses. (Schwellendistanz.)	Charge de roue. (Raddruck.)	Charge de rail. (Schienendruck.)	Abaissement des traverses au point de charge. (Schwellensenkung am Lastpunkte.)	Sollicitations (Beanspruchung)				Compression du ballast. (Schotterbettdruck.)
										du rail. (der Schiene.)		de la traverse. (der Schwelle.)		
	l	b	Moment d'inertie. (Trägheitsmoment.)	Moment résistant. (Widerstandsmoment.)						M	σ	M'_r	σ'_r	
ante proposée pour être conso-estehender zur Verstärkung be-r Oberbau.)	120	25	5508	678	3	90	7000	3719	0·5683	198032	1454·0	39708	58·6	1·7049
ion au moyen de la couche de (Verstärkung durch das Schot-	»	»	»	»	5	»	»	4054	0·3771	174445	1280·8	42175	62·2	1·8855
ion au moyen du remplacement verses par des traverses nor-euves. (Verstärkung durch Aus-ng der Schwellen gegen neue schwellen.)	135	26	7672	905	3	»	»	3839	0·4376	183740	1349·0	51808	57·2	1·3128
ion au moyen du ballast et la œuvre de traverses normales (Verstärkung durch das Schot- und Auswechslung durch neue schwellen.)	»	»	»	»	5	»	»	4359	0·3085	163077	1197·4	56761	62·7	1·5425
tion par l'augmentation du nom-traverses. (Verstärkung durch rung der Schwellen.)	120	25	5508	678	3	78	»	3645	0·5570	190576	1399·0	38921	57·4	1·6710
tion par l'augmentation du nom-traverses et le changement de (Verstärkung durch Schwellen-rung und Schotterbettauswechs-	»	»	»	»	5	»	»	3733	0·3472	168715	1238·7	38838	57·3	1·7360
tion par l'augmentation du nom-traverses et leur remplacement s traverses normales neuves. rkung durch Vermehrung der len und Auswechslung gegen lormalschwellen.)	135	26	7672	905	3	»	»	3692	0·4209	177599	1304·0	49828	55·1	1·2627
tion par l'augmentation du nombre verses et leur remplacement par verses normales neuves et par placement du ballast. (Verstär-urch Vermehrung der Schwellen swechslung derselben gegen Nor-wellen und des Schotterbettes.).	»	»	»	»	5	»	»	3887	0·2751	157334	1155·2	50614	55·9	1·3755

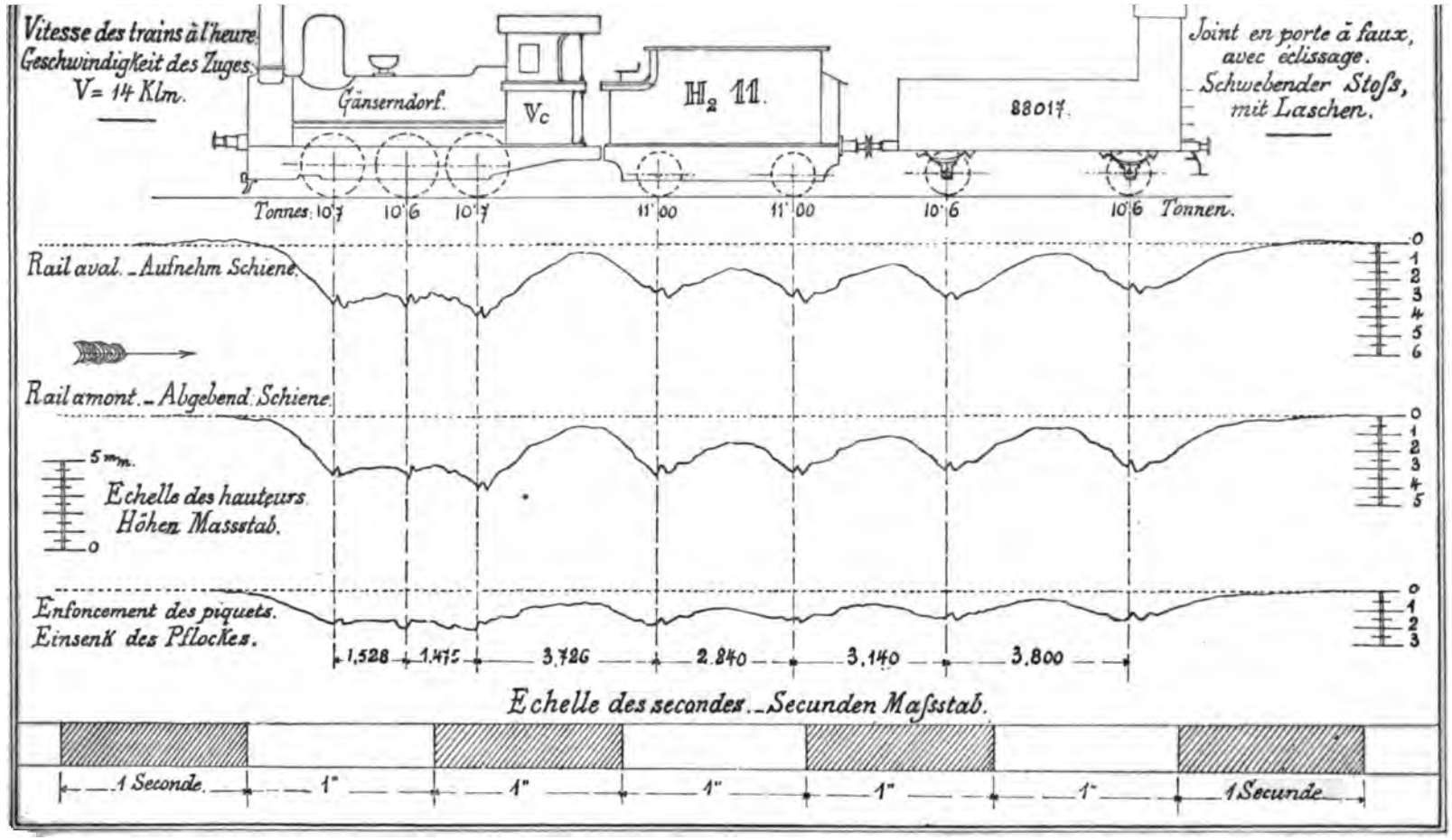
ANNEXE VII.

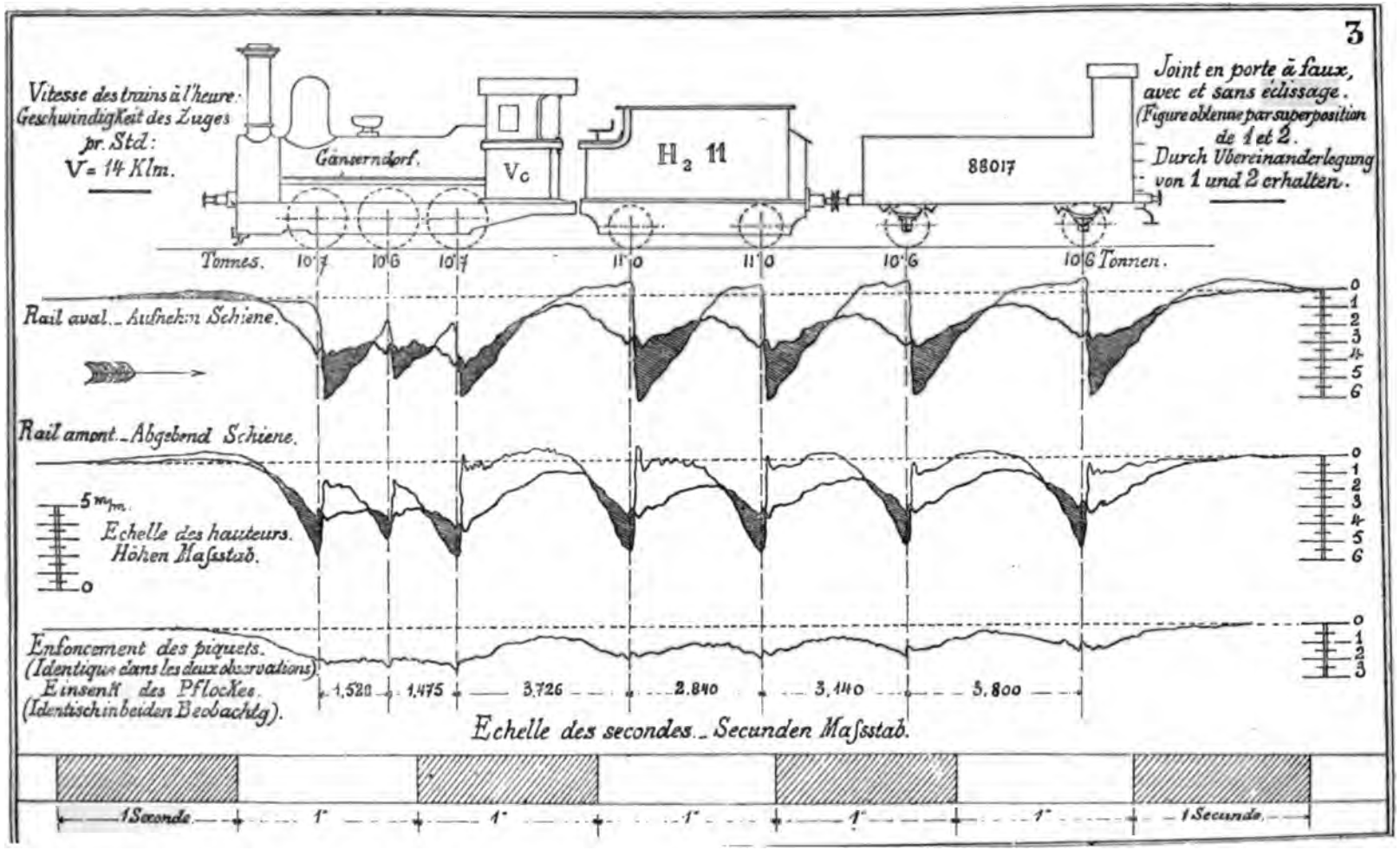
Diagramme des abaissements des abouts de rails, et des abaissements du piquet au passage des charges successives.

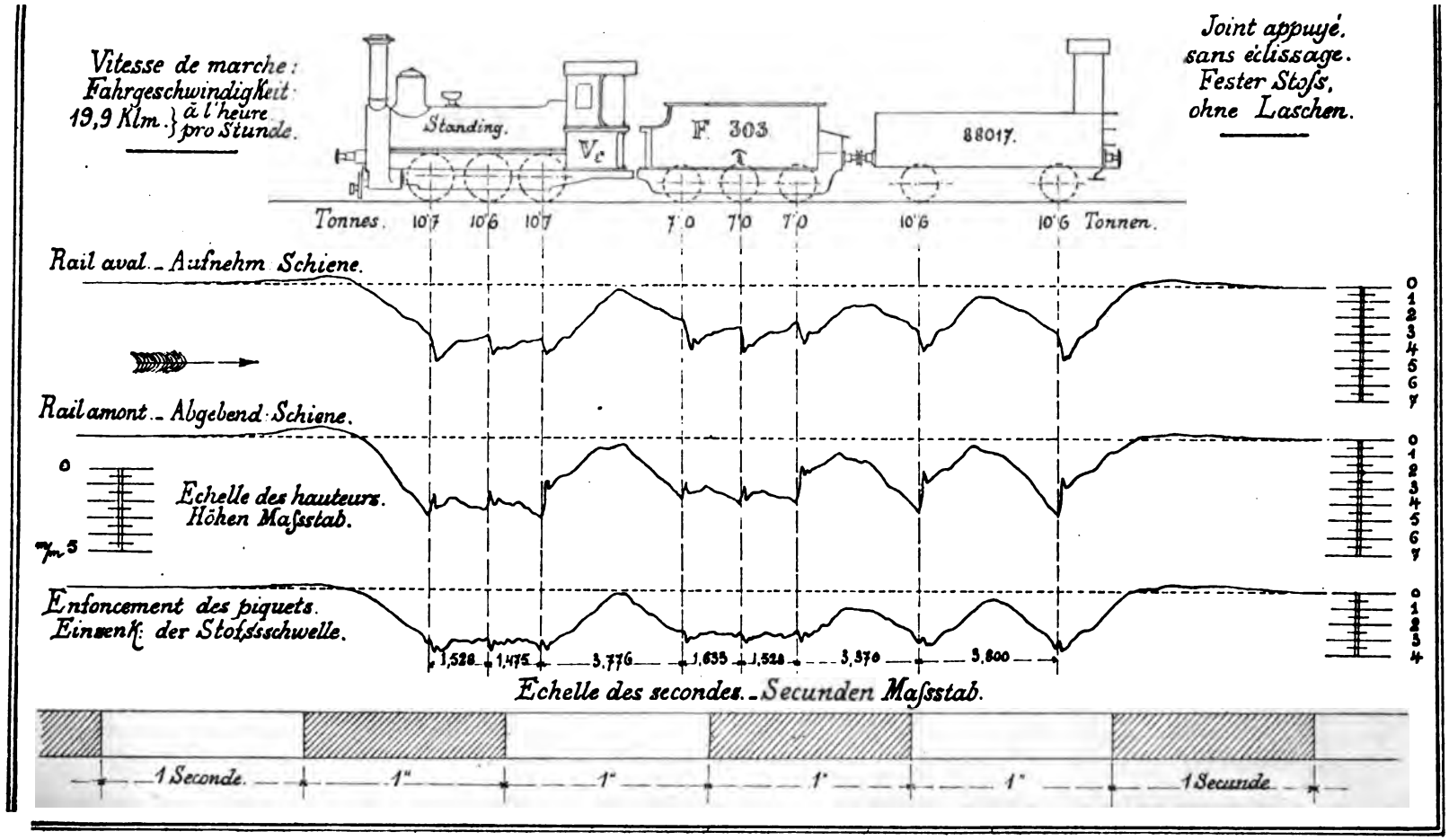
BEILAGE VII.

Diagramme der Einsenkungen der S nenenden und des Pflockes, bei B ren des Stosses durch einen Zug.



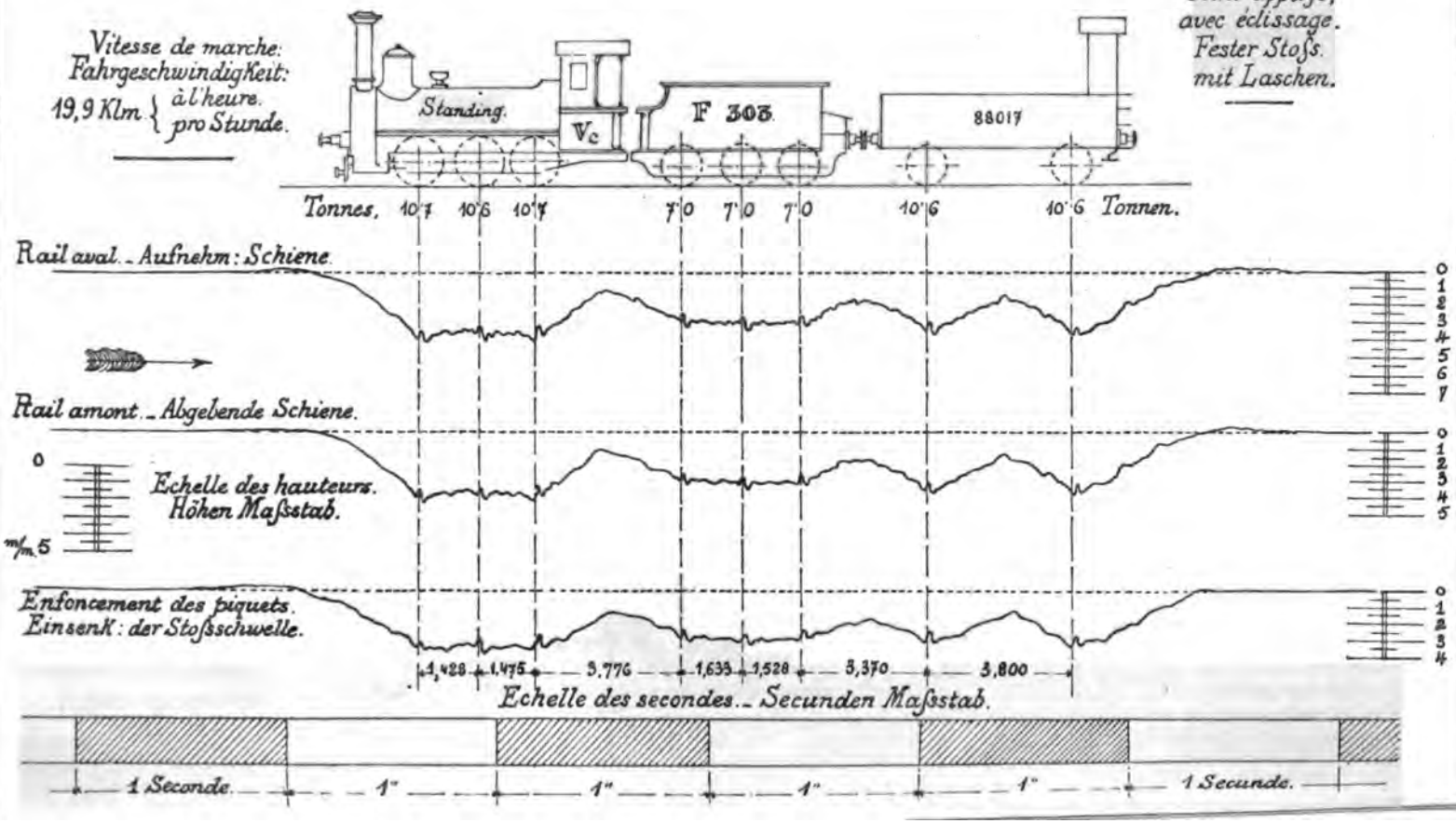

Vitesse des trains à l'heure.
Geschwindigkeit des Zuges.
V = 14 Klm.
Joint en porte à faux, avec éclissage.
Schwebender Stoß, mit Laschen.
Gänserndorf.
Vc
H2 11.
88017.
Tonnes. 10'7 10'6 10'7 11'00 11'00 10'6 10'6 Tonnen.
Rail aval. - Aufnehm Schiene.
Rail amont. - Abgebend. Schiene.
5 mm.
Echelle des hauteurs.
Höhen Massstab.
Enfoncement des piquets.
Einsenk des Pflockes.
1,528 1,475 3,726 2,840 3,140 3,800
Echelle des secondes. - Secunden Maßstab.
1 Seconde. 1" 1" 1" 1" 1" 1 Seconde.

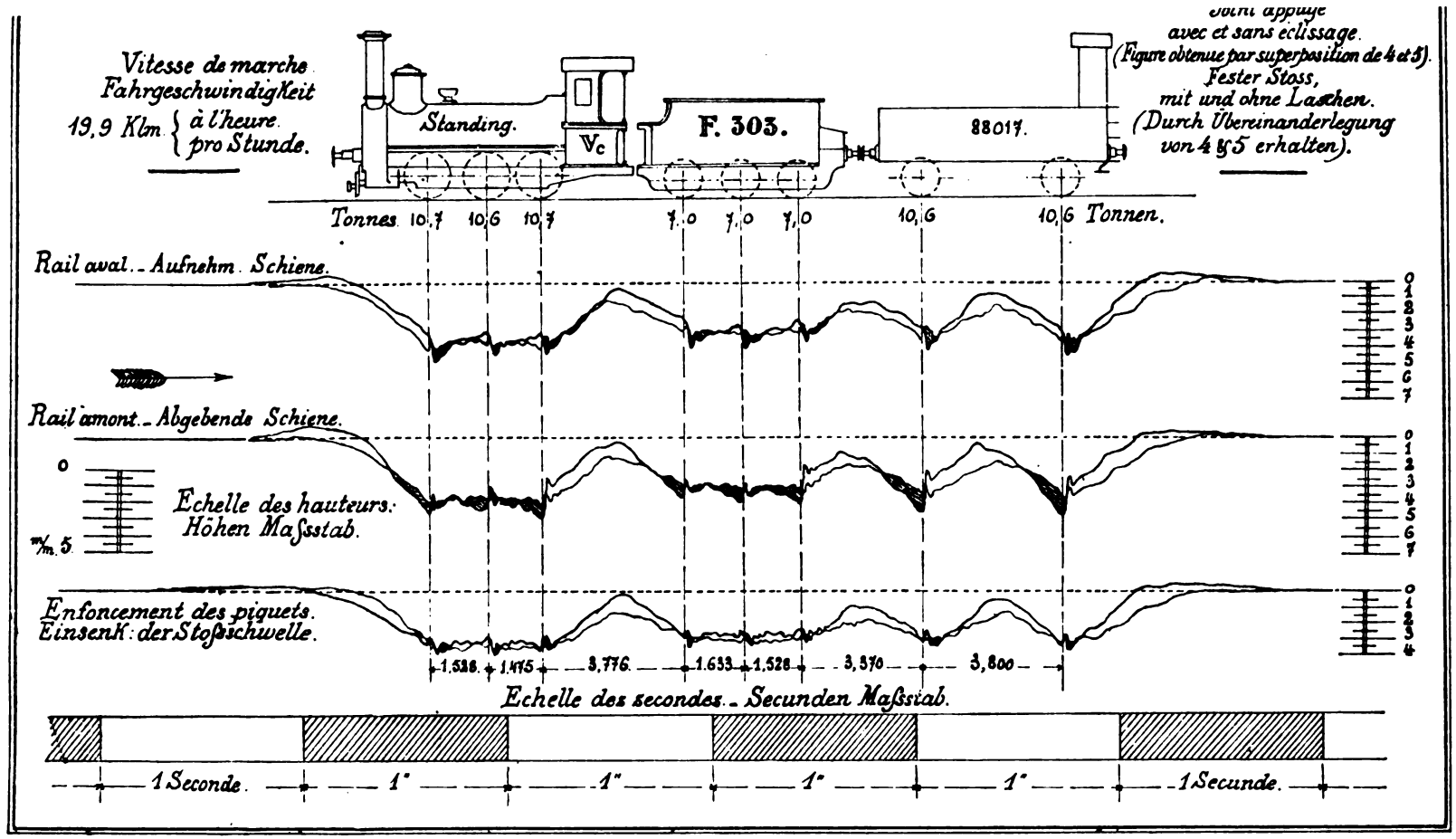

3
Vitesse des trains à l'heure.
Geschwindigkeit des Zuges pr. Std:
V = 14 Klm.
Joint en porte à faux, avec et sans éclissage.
(Figure obtenue par superposition de 1 et 2.
Durch Übereinanderlegung von 1 und 2 erhalten.
Gänserndorf.
Vc
H2 11
88017
Tonnes.
10'7
10'6
10'7
11'0
11'0
10'6
10'6 Tonnen.
Rail aval. Aufnehm Schiene.
Rail amont. Abgebend Schiene.
5 m/m.
Echelle des hauteurs.
Höhen Maßstab.
Enfoncement des piquets.
(Identique dans les deux observations)
Einsenk des Pflocke.
(Identisch in beiden Beobachtg).
1,520
1,475
3,726
2,840
3,140
3,800
Echelle des secondes. Secunden Maßstab.
1 Seconde.
1"
1"
1"
1"
1"
1 Seconde.


Vitesse de marche:
Fahrgeschwindigkeit
19,9 Klm. à l'heure pro Stunde.
Joint appuyé.
sans éclissage.
Fester Stoſs,
ohne Laschen.
Standing.
Vc
F 303
88017.
Tonnes. 10'7 10'6 10'7 7'0 7'0 7'0 10'6 10'6 Tonnen.
Rail aval. - Aufnehm. Schiene.
Rail amont. - Abgebend. Schiene.
Echelle des hauteurs.
Höhen Maſsstab.
Enfoncement des piquets.
Einsenk. der Stoſsschwelle.
1,528 1,475 3,776 1,635 1,528 3,370 3,800
Echelle des secondes. - Secunden Maſsstab.
1 Seconde. 1" 1" 1" 1" 1 Seconde.

Joint appuyé, avec éclissage.
Fester Stoſs mit Laschen.

Vitesse de marche:
Fahrgeschwindigkeit:
19,9 Klm. { à l'heure. / pro Stunde.




Vitesse de marche
Fahrgeschwindigkeit
19,9 Klm. { à l'heure. pro Stunde.
Joint appuyé
avec et sans éclissage.
(Figure obtenue par superposition de 4 et 5).
Fester Stoss,
mit und ohne Laschen.
(Durch Übereinanderlegung von 4 & 5 erhalten).
Standing.
Vc
F. 303.
88017.
Tonnes. 10,7 10,6 10,7 7,0 7,0 7,0 10,6 10,6 Tonnen.
Rail aval. - Aufnehm. Schiene.
Rail amont. - Abgebende Schiene.
Echelle des hauteurs.
Höhen Maßstab.
m/m. 5
Enfoncement des piquets.
Einsenk. der Stoßschwelle.
1,538. 1,475 3,776 1,633 1,528 3,570 3,800
Echelle des secondes. - Secunden Maßstab.
1 Seconde. 1" 1" 1" 1" 1 Seconde.

ANNEXE VIII.

BEILAGE VIII.

[illegible]

[illegible] des chemins de fer.

[illegible]

ANNEXE IX.

Résumé des renseignements fournis en réponse au questionnaire par les Administrations participant au Congrès.

On trouvera ci-après un résumé des réponses des Administrations de chemins de fer participant au Congrès à notre questionnaire.

Nous désirons à ce propos leur exprimer tous nos remerciements pour les soins qu'elles ont mis à préparer ces réponses.

Remarques préliminaires.

1. *Caractéristique des lignes de chemins de fer considérées dans le questionnaire.* — Le présent questionnaire se rapporte uniquement aux lignes de chemins de fer sur lesquelles circulent *en service normal* des trains ayant une vitesse de marche *supérieure* à 50 *km* à l'heure.

I. — Désignation des lignes.

1° *Désignation de la ligne ou des lignes du groupe.*

La ligne ou les lignes du groupe *auxquelles s'appliquent les données ci-après* doivent être clairement dénommées.

2° *Nombre de voies.*

On indiquera pour chaque ligne si elle est à simple voie ou si elle est à deux ou à un plus grand nombre de voies.

BEILAGE IX.

(Zusammenstellung der von den Congressmitgliedern eingelangten Beantwortungen des Fragebogens.)

Im Nachfolgenden sind die wichtigsten Daten aus den eingelangten Beantwortungen unseres Fragebogens zusammengestellt.

Wir möchten aber vorher den bezüglichen Verwaltungen für die Sorgfalt danken, welche sie diesen Beantwortungen gewidmet haben.

Vorbemerkungen.

1. *Kennzeichnung der in Betracht kommenden Eisenbahnlinien.* — Der vorliegende Fragebogen bezieht sich nur auf solche Eisenbahnlinien, auf welchen im *regelmässigen Betriebe* Züge mit *mehr als* 50 *km* (*Stunde*) Fahrgeschwindigkeit verkehren.

I. — Bezeichnung der Strecken.

1° *Bezeichnung der Linie oder Liniengruppe.*

Die Linie oder die Linien der Gruppe, *für welche die folgenden Angaben gelten*, sind entsprechend zu benennen.

2° *Gleisanzahl.*

Für jede Linie ist anzugeben, ob sie *ein-, zwei-* oder *mehrgleisig ist.*

3° Longueur.

En outre, il convient de donner la longueur de chaque ligne.

—

Ch. de f. du Nord Empereur Ferdinand. — Longueur en exploitation : 472·7 *km*, dont : à simple voie, [illegible] *km* [illegible] %; à double voie, [illegible].

Soc. priv. austro-hongroise des ch. de f. de l'État. — Longueur en exploitation : 706 *km*, dont : à simple voie, 316·6 *km* (45 %); à double voie, 389·4 *km* 55 %.

Südbahn (Autriche). — Longueur en exploitation : 1,695·5 *km*, dont : à simple voie, [illegible] *km* (60 %); à double voie, 680·9 *km* [illegible].

Ch. de f. Méridionaux (réseau Adriatique). — Longueur en exploitation : 2,835 *km*, dont : à simple voie, 2,188 *km* (77 %); à double voie, [illegible].

Réseau italien de la Méditerranée. — Longueur en exploitation : 2,432·9 *km*, dont : à simple voie, 1,446·8 *km* (59·5 %); à double voie, [illegible].

Ch. de f. de l'État français. — Longueur en exploitation : 2,356 *km*, dont : à simple voie, [illegible]; à double voie, 404·1 (17 %).

Paris à Lyon et à la Méditerranée. — Longueur en exploitation : 862 *km*, dont : à double voie, [illegible]; à simple voie, 8 *km*.

Ch. de f. du Midi (France). — Longueur en exploitation : 476 *km*, dont : à double voie, [illegible].

Ch. de f. de Paris à Orléans. — Longueur en exploitation : 582 *km*, dont : à double voie, [illegible].

(Il [illegible] remarquer dans sa lettre [illegible] que la vitesse [illegible] 55 *km* sur [illegible].)

Ch. de f. du Nord (France). — Longueur en exploitation : [illegible] *km*, dont : à double voie, [illegible].

Ch. de f. de l'Ouest (France). — Longueur

3° *Länge.*

Ferner ist die Betriebslänge der Linie anzugeben.

—

Kaiser Ferdinands-Nordbahn. — Betriebslänge : 472·7 *km*.; hievon : *eingleisige* 85·6 *km*; (18 %); *zweigleisige*, 387·1 *km* (82 %).

Privilegirte österr.-ungar. Staats-Eisenbahn-Gesellschaft. — Betriebslänge : 706 *km*; hievon : *eingleisige*, 316·6 *km* (45 %); *zweigleisige*, 389·4 *km* (55 %).

Oesterreichische Südbahn. — Betriebslänge : 1,695·5 *km*, hievon : *eingleisige*, 1,014·6 *km* (60 %); *zweigleisige*, 680·9 *km* (40 %).

Adriatisches Netz der italienischen Südbahn. — Betriebslänge : 2,835 *km*; hievon : *eingleisige*, 2,188 *km* (77 %); *zweigleisige*, 647 *km* (23 %).

Italienische Mittelmeerbahn. — Betriebslänge : 2,432·9 *km*; hievon : *eingleisige*, 1,446·8 *km* (59·5 %); *zweigleisige*, 986·1 *km* (40·5 %).

Französische Staatsbahnen. — Betriebslänge : 2 356 *km*; hievon : *eingleisige*, 1,951·9 *km* (83 %); *zweigleisige*, 404·1 *km* (17 %).

Paris-Lyon-Mittelmeerbahn. — Betriebslänge : 862 *km*; hievon : *zweigleisige*, 854 *km* (99 %); *eingleisige*, 8 *km* (1 %).

Französische Südbahn. — Betriebslänge : 476 *km*; hievon : *zweigleisige*, 476 *km* (100 %).

Eisenbahn Paris-Orléans. — Betriebslänge : 582 *km*; hievon : *zweigleisige*, 582 *km* (100 %).

(Die Bahnverwaltung theilt überdies in dem Begleitschreiben zur Beantwortung des Fragebogens mit, dass auf ihrem ganzen Netze eine Geschwindigkeit von mindestens 55 *km* zulässig ist).

Französische Nordbahn. — Betriebslänge : 594 *km*; hievon : *zweigleisige*, 594 *km* (100 %).

Französische Westbahn. — Betriebslänge :

ın : 4,530·9 *km*, dont : à simple ; *km* (59 °/o); à double voie, 1 °/o).

de l'État belge. — Longueur en 763·3 *km*, dont : à double voie, 0 °/o).

Hollandais. — Longueur en exploi- *km*; dont : à double voie, 28·8 *km*

gyptiens. — Longueur en exploita- *n*, dont : à simple voie, 585 *km* ıble voie, 243 *km* (29 °/o).

de l'État russe. (Saint-Pétersbovie.)—Longueur en exploitation: dont : à simple voie, 149·4 *km* ouble voie, 1,137·3 *km* (88·4 °/o).

4,530·9 *km*; hievon : *eingleisige*, 2,683·6 *km* (59 °/o); *zweigleisige*, 1,847·3 *km* (41 °/o).

Belgische Staatsbahnen. — Betriebslänge : 763·3 *km*; hievon : *zweigleisige*, 763·3 *km* (100 °/o).

Holländische Eisenbahn-Gesellschaft. — Betriebslänge : 28·8 *km*; hievon : *zweigleisige*, 28·8 *km* (100 °/o).

Egyptische Eisenbahnen. — Betriebslänge : 828 *km*; hievon : *eingleisige*, 585 *km* (71 °/o); *zweigleisige*, 243 *km* (29 °/o).

Russische Staatsbahnen (Petersburg-Warschau). — Betriebslänge : 1,286·7 *km*; hievon : *eingleisige*, 149·4 *km* (11·6 °/o); *zweigleisige*, 1,137·3 *km* (88·4 °/o).

— Fatigue de la voie.

1° *Espèces de trains.*

era les diverses espèces de trains sur la ligne : voyageurs express, naires, mixtes; marchandises à se et ordinaires; en outre, les ux de voyageurs, les trains spé- marchandises de certaine nature rdoises, chaux, pierres, charbon,

on moyenne des trains et mode onstruction du matériel.

ra, sous forme de schéma, un chaque espèce de trains, indi- ıposition moyenne, le poids brut arge moyenne par essieu, l'écar- ssieux, etc.

e X.

II. — Beanspruchung der Bahn.

1° *Gattung der Züge.*

Die Zugsgattungen, welche auf der Bahn verkehren, sind anzugeben: Express-, Schnell-, Personen-, Gemischte-, Eilgüter-, Fracht-, etc., Züge; ferner : Sonderzüge für Personen, Specialzüge für gewisse Frachtgattungen (Schiefer, Kalk, Steine, Kohlen, Erze, Rübe, etc.).

Siehe 3°.

2° *Durchschnittliche Zusammensetzung der Zugsgarnituren und Bauart der Fahrbetriebsmittel.*

Für jede Zugsgattung ist eine Skizze der betreffenden Zugsgarnitur zu geben, aus welcher die *durchschnittliche* Zusammensetzung des Zuges, die betreffenden Bruttogewichte, Achsbelastungen, Radstände, etc., zu ersehen sein soll.

Siehe Beilage X.

[illegible] du maté-
[illegible]

[illegible] avant fixe, ou
[illegible] des essieux par
[illegible] et position des
[illegible] moteurs.

—

[illegible] Empereur Ferdinand. —
[illegible] moteur en avant du foyer,
[illegible] derrière le foyer ; — deux
[illegible]

[illegible] autre-hongroise des ch. de f.
[illegible] porteurs pouvant se déplacer
[illegible] et en arrière, ce dernier sous le
[illegible] moteur et essieu accouplé, tous
[illegible] du foyer ; deux cylindres extérieurs.

[illegible] (Autriche). — Boggie ; deux essieux
[illegible] dont le second se trouve sous le foyer ;
[illegible] extérieurs.

[illegible] de l. du Gothard. — Trois types :
[illegible] et trois essieux accouplés, le troisième
[illegible] sous le foyer ; 2° boggie et deux essieux
[illegible], le second en arrière du foyer ; 3° trois
[illegible] dont le dernier se trouve sous
[illegible] foyer.

Les locomotives compound du type 1° ont les
[illegible] et les autres quatre cylindres.

Les locomotives des deux autres types ont deux
[illegible] extérieurs.

[illegible] de l. Méridionaux (réseau Adriatique).
[illegible] Type : 1° essieu porteur à l'avant, essieu
[illegible] en avant du foyer, essieu accouplé sous
[illegible] foyer, 2° boggie, essieu moteur et essieu
[illegible] comme dans le type 1° ; 3° trois essieux
[illegible] (position des cylindres non renseignée).

[illegible] de l. de l'État français. — Essieu fixe
[illegible], deux essieux accouplés tous deux en
[illegible] de la boîte à feu, deux cylindres extérieurs
[illegible] de l'essieu porteur.

[illegible] à Lyon et à la Méditerranée. —
[illegible] on n'emploie pour les
[illegible] que des locomotives transformées en loco-
[illegible]. Elles possèdent deux
[illegible], l'un en avant, l'autre en
[illegible] de la boîte à feu, et deux cylindres extérieurs
[illegible] de M. Haudry sur la trans-

Welche ist die Bauart der I
mittel für Schnellzüge?

a) Locomotiven : Feste Vorde
Drehgestelle, Lage der Achser
büchse, Zahl und Lage der D:
(aussen, innen).

—

Kaiser Ferdinands-Nordbahn
stelle, Triebachse *vor*, Kuppelach
Feuerbüchse, *zwei aussen* liegende
der.

Privilegirte österr.-ungar. St
bahn-Gesellschaft. — Verschie
achse vor- und rückwärts, letzte
Feuerbüchse, Trieb- und Kuppela
Eeuerbüchse, *zwei aussen* liegende
der.

Oesterreichische Südbahn.
stelle, zwei gekuppelte Achsen, di
unter der Feuerbüchse, zwei Dampf
sen.

Gotthard-Bahn. — *Drei* Typen
stelle, *drei* gekuppelte Achsen, die
der Feuerbüchse ; 2° Drehgestelle,
pelte Achsen, die letzte *hinter* der F
3° Drei gekuppelte Achsen, die letz
Feuerbüchse.

Die Compound-Locomotiven, Ty
theils drei, theils vier Cylinder.

Die Locomotiven der anderen zw
ben zwei aussenliegende Dampfcylin

Adriatisches Netz der italieni
bahn. — *Drei* Typen : 1° Eine vo
achse, Triebachse *vor*, Kuppelachs
Feuerbüchse ; 2° Drehgestelle, Trie
pelachse wie *ad* 1° ; 3° Drei gekupp
(Lage der Cylinder nicht angegeben)

Französische Staatsbahnen. —
derachse, zwei gekuppelte Achsen,
vor der Feuerbüchse, zwei *auss*
Dampfcylinder vor der ersten Achse

Paris-Lyon-Mittelmeerbahn. —
ter 1893-1894 sind bei Schnellzügen
staltete Locomotiven mit *Drehgeste*
wendung. Dieselben besitzen zwei
Achsen, eine *vor*, die andere *hinter*
büchse, und zwei *aussen* liegende Da
(*Revue générale*, Jänner 1894. Bauc

ı des locomotives à grande vitesse en locomotives à boggie, numéro de 894 de la *Revue générale*.)

ɔ f. du Midi (France). — Un essieu à l'avant avec un *jeu* transversal de t des plans inclinés de 1/16; deux essieux ; l'un en *avant* et l'autre en *arrière* de à feu Deux cylindres *extérieurs* à peu ale distance de l'essieu porteur d'avant ;ieu du milieu.

ı f. de Paris à Orléans. — Locomo- s boggie à *quatre* essieux dont *deux* Les boîtes des essieux d'avant et d'ar- ; munies de plans inclinés permettant le ent transversal de ces essieux. Les deux intermédiaires sont accouplés. Les sont à *deux* cylindres le plus souvent ɜ.

f. du Nord (France). — Boggie et ɜux accouplés, l'un *en avant*, l'autre *en* u foyer. Dans quelques types, le second ouplé se trouve *sous* le foyer.
ɜart des types ont *deux* cylindres inté- ux types compound ont *quatre* cylindres -

f. de l'Ouest (France). — Depuis ocomotives sont à boggie, et la boîte ɜscend entre les essieux accouplés. *intérieurs* à l'avant au-dessus du

f. de l'État belge. — *Deux* types : lignes de niveau, un essieu porteur à ɜc boîtes radiales, deux essieux accou- ɜrmédiaires, et un quatrième essieu sous la boîte à feu; deux cylindres ; 2° sur lignes à fortes rampes, un teur avec boîtes radiales à l'avant, trois couplés dont le dernier se trouve sous leux cylindres intérieurs.

f. Hollandais. — Boggie, deux essieux , deux cylindres intérieurs.

f. égyptiens. — Un essieu porteur à eux essieux accouplés, l'essieu moteur ınt, l'essieu accouplé en dessous de la ı.

Umstaltung der Schnellzugslocomotiven in solche mit Drehgestellen.)

Französiche Südbahn. — Eine vordere Laufachse mit einem *Spiel* von 16 *mm* und mit Gleitflächen von 1/16 Neigung, zwei gekuppelte Achsen, die eine *vor*, die andere *hinter* der Feuerbüchse. Zwei *aussen* liegende Dampfcylinder, nahezu in der halben Entfernung zwischen Vorder- und Mittelachse.

Eisenbahn Paris-Orléans. — Locomotiven *ohne* Drehgestelle. Die vordere und hintere Achse besitzen geneigte Gleitflächen, welche eine seitliche Verschiebung dieser Achsen gestatten. Die zwei mittleren Achsen sind gekuppelt.
Zumeist zwei aussen liegende Dampfcylinder.

Französische Nordbahn. — Drehgestell und zwei gekuppelte Achsen, und zwar die Triebachse *vor*, die Kuppelachse *hinter*, bei einigen Typen *unter* der Feuerbüchse.
Bei den meisten Typen sind *zwei*, bei zwei Compound-Maschinentypen *vier* Dampfcylinder vorhanden.

Französische Westbahn. — Seit 1889 Locomotiven mit Drehgestellen, zwischen die gekuppelten Räder herabreichender Feuerbüchse, und *inneren* über dem Drehgestelle befindlichen Dampfcylindern.

Belgische Staatsbahnen. — *Zwei* Typen: 1° Auf den im Niveau liegenden Linien: eine verschiebbare Vorderachse, zwei gekuppelte Achsen, und eine *unter* der Feuerbüchse liegende hintere Laufachse, *zwei innen* liegende Dampfcylinder; 2° Auf Linien mit starken Neigungen: eine verschiebbare Vorderachse, drei gekuppelte Achsen, von denen die letzte *unter* der Feuerbüchse liegt, zwei *innen* liegende Dampfcylinder.

Holländische Eisenbahn-Gesellschaft. — Drehgestelle, zwei gekuppelte Achsen, zwei *innen* liegende Dampfcylinder.

Egyptische Eisenbahnen. — Eine vordere Laufachse und zwei gekuppelte Achsen, von denen die Triebachse *vor*, die Kuppelachse *unter* der Feuerbüchse liegt.

Ch. de f. de l'État russe (Saint-Pétersbourg). — Locomotive compound à boggie et à *deux* essieux moteurs; la boîte à feu est disposée entre les deux essieux accouplés; les deux cylindres sont extérieurs.

Russische Staatsbahnen (Petersburg-Warschau). — Compound-Locomotiven mit Drehgestell, zwischen den beiden gekuppelten Achsen liegender Feuerbüchse und zwei aussenliegenden Dampfcylindern.

---

b) Voitures à voyageurs : nombre et écartement des essieux, essieux fixes, essieux radiaux, ou boggies; types des roues et nature des matériaux entrant dans leur construction, disposition des ressorts de suspension.

—

Ch. de f. du Nord Empereur Ferdinand. — *Deux* types : 1° voitures à intercommunication à *trois* essieux; écartement des essieux: 4·5 + 4·5 = 9 *m*. Essieux *radiaux*. Essieu du milieu avec jeu longitudinal; 2° voitures d'intercommunication à *deux* essieux; écartement : 4·7 à 5·5 *m*. Essieux fixes. Les deux types possèdent des roues à rais en fer corroyé et des ressorts à lames.

Soc. priv. austro-hongroise des ch. de f. de l'État. — *Trois* types : 1° voitures à *deux* essieux ayant de chaque côté un jeu longitudinal de 20 *mm*; écartement, 4·9 à 5·2 *m*; 2° voitures à *deux* essieux radiaux; écartement, 5·5 *m*; 3° voitures à *trois* essieux radiaux; écartement, 3·5 + 3·5 = 7 *m*. Roues avec centre plein ou à rais en fer soudé; roues à disques coulées et comprimées en fer fondu Martin, bandages en acier Martin.

Toutes les voitures sont portées sur les ressorts de suspension par l'intermédiaire d'anneaux de forme ovale ou chaînons inclinés d'environ 45° sur l'horizontale.

Sudbahn (Autriche). — *Deux* types : 1° voitures à *deux* essieux fixes distants de 4·8 *m*; 2° voitures à *deux* essieux radiaux libres distants de 5·7 *m*. Roues à rais ou à disque en fer forgé avec essieux et bandages en acier fondu. Les ressorts sont disposés dans des suspensions qui possèdent des anneaux de serrage.

Ch. de f. de l'État français. — *Deux* types : 1° Dans deux trains express de Chartres-Bordeaux, on emploie des voitures à *quatre* essieux sur deux boggies. Espacement des boggies, 11 *m*; écarte-

b) Personenwagen : Achsenzahl und Radstand, — feste Achsen, Lenkachsen oder Drehgestelle — Construction et Material der Räder, Federanordnung.

—

Kaiser Ferdinands-Nordbahn. — *Zwei* Typen : 1° *Drei*achsige Intercommunicationswagen, Radstand 4·5 + 4·5 = 9 *m*. *Lenk*achsen, verschiebbare Mittelachse; 2° *Zwei*achsige Intercommunicationswagen, Radstand 4·74—5·5 *m*, feste Achsen. Beide Typen besitzen schweisseiserne Speichenräder und Blattfedern mit regulirbaren Stützen.

Privilegirte österr.-ungar. Staats-Eisenbahn-Gesellschaft. — *Drei* Typen : 1° *Zwei*achsige Wagen mit um 20 *mm* nach jeder Seite *verschieb*baren Achsen, Radstand 4·9 — 5·2 m; 2° *Zwei*achsige Wagen mit *Lenk*achsen, Radstand = 5·5 *m*; 3° *Drei*achsige Wagen mit *Lenk*achsen; Radstand 3·5 + 3·5 = 7 *m*. Schweisseiserne Scheiben- oder Speichenräder, oder gegossene und überpresste Radscheiben aus Martin-Flusseisen. Radreifen aus Martinstahl. Alle Wagen sind an den Tragfedern (Blattfedern) mittelst ovaler Ringe oder Kettenglieder mit circa 45° Neigung gegen die Horizontale aufgehängt.

Oesterreichische Südbahn. — *Zwei* Typen : 1° *Zwei*achsige Wagen mit *festen* Achsen, Radstand 4·8 *m*; 2° *Zwei*achsige Wagen mit freien *Lenk*achsen, Radstand 5·7 *m*. Schmiedeeiserne Speichenräder oder Scheibenräder mit Gussstahlachsen und Gussstahl-Radreifen. Die Tragfedern sind in Gehängen angeordnet, welche Spannkloben besitzen.

Französische Staatsbahnen. — *Zwei* Typen : 1° Für zwei Expresszüge der Linie Chartres-Bordeaux; *vierachsige* Wagen mit Drehgestellen; Abstand derselben = 11 *m*; Entfernung

es, 2·4 *m*; 2° sur les
les autres trains, on
deux essieux fixes
ues sont en fonte et

ınce). — Toutes les
deux essieux espacés
sont fixes; toutefois,
et un jeu longitudinal
;arde. Roues à centre
: des agrafes Mansell.
ı fer, les bandages en
nsion sont disposés à
les boites à graisse;
· des bielles jumellées
glage.

Orléans. — *Deux*
· essieux espacés de
re essieux sur deux
de 11·24 *m*.

ınce). — Voitures à
tre essieux. Distance

'rance). — Les voi-
fixes généralement
quelques années, le
ıieux fixes écartés de
montées sont du type
et les essieux sont en
t en fer. Les ressorts
huile sont rattachés
ottes inclinées.

ge. — *Deux* types :
ıieux ; écartement,
'es à *quatre* essieux
9·1 *m* d'axe en axe;
oggie, 2·2 *m*. Roues
eondulée. Les centres
n acier. Les voitures
:s ordinaires à lames,
isse, il y a interposi-
ıc.
gie, les caisses sont
ı moyen de ressorts
l des voitures.

— *Deux* types :
ıvec couloir latéral;
2° voitures à *trois*
7 *m*.

der Achsen der Drehgestelle = 2·4 *m*; 2° Für alle anderen Züge und Linien : *Zwei*achsige Wagen mit *festen* Achsen, Radstand 3·75 *m*. Gegossene Scheibenräder (Angaben über Federnanordnung fehlen).

Französische Südbahn. — Alle Personenwagen sind *zwei*achsig; Radstand 4·5 — 5·8 m. Die Achsen sind fest; die Achsbüchse hat jedoch in der Achsgabel ein Spiel nach der Seite und nach der Länge. Vollräder mit aufgezogenem Radreifen. Die Achsen und Räder sind aus Eisen, die Radreifen aus Stahl. Die Aufhängefedern sind beiderseits auf den Achsbüchsen angebracht und durch Verbindungstangen am Rahmen befestigt.

Eisenbahn Paris-Orléans. — *Zwei* Typen : 1° *Zwei*achsige Wagen mit 5·5 *m* Radstand; 2° *Vier*achsige mit zwei Drehgestellen, deren Abstand von Mitte zu Mitte 11·24 *m* beträgt.

Französische Nordbahn. — *Zwei*achsige und auch *vier*achsige Personenwagen. Radstand 2·65 bis 5·7 *m*.

Französische Westbahn. — Die Personenwagen haben durchwegs *zwei* feste Achsen. Der Radstand beträgt im Allgemeinen 3·76 *m*; bei neueren Wagen 5·5 und 5·9 *m*. Scheibenräder aus Eisen, Radreifen und Achsen aus Stahl. Die über den Schmierbüchsen befestigten Federn sind mit den Wagen durch schiefe Gehänge verbunden.

Belgische Staatsbahnen. — *Zwei* Typen : 1° *Drei*achsige Wagen, Radstand 3·5+3·5=7 *m*; 2° *Vier*achsige Wagen mit zwei Drehgestellen. Abstand der letzteren 9·1 *m*. Radstand der Drehgestelle = 2 2 *m*. Speichenräder oder Scheibenräder aus gewelltem Blech, Radreifen aus Stahl. Die *drei*achsigen Wagen besitzen gewöhnliche Blattfedern; zwischen den Rahmen und Kasten derselben sind Kautschukplatten eingelegt.

Die Federhängung der Drehschemelwagen ist senkrecht auf die Längsachse der Wagen angeordnet.

Holländische Eisenbahn-Gesellschaft. — *Zwei* Typen : 1° *Drei*achsige Wagen mit Seitengang; Gesammtradstand = 8 *m*; 2° *Drei*achsige Wagen, Gesammtradstand = 7 *m*.

Ch. de f. égyptiens. — *Deux* types : 1° voitures à *deux* essieux espacés de 3·35 *m*; 2° voitures à *trois* essieux espacés de 3·05+3·05=6 10 ou de 3·50 + 3·50 = 7.

Ch. de f. de l'État russe (Saint-Pétersbourg. — On n'a pas de voitures spéciales pour les express. Les types des voitures qui circulent sur la ligne dans les express sont à trois essieux; écartement, 3·202 + 3·202 = 6·404 *m*. Roues en fer et à rais; ressorts de suspension ordinaires.

Egyptische Eisenbahnen. — *Zwei* Typen : 1° *Zwei*achsige Wagen, Radstand = 3·35 *m*; 2° *Drei*achsige Wagen, Radstand = 3·05 + 3·05 = 6·1 bis 3·5 + 3·5 = 7 *m*.

Russische Staatsbahnen (Petersburg-Warschau. — Für Schnellzüge sind keine besonderen Wagen vorhanden. Die in den Schnellzügen laufenden Personenwagen sind *drei*achsig; der Radstand ist 3·202 + 3·202 = 6·404 *m*. Eiserne Speichenräder. Gewöhnliche Federhängung.

---

c) Nature de l'accouplement (attelage).

—

Ch. de f. du Nord Empereur Ferdinand. — Attelage à vis, avec crochets et chaînes de sûreté (conformément aux conventions techniques du Verein des Administrations des chemins de fer allemands).

Soc. priv. austro-hongroise des ch. de f. de l'État. — Toutes les nouvelles locomotives ont des attelages avec vis à ressort.

L'attelage des anciennes voitures se fait au moyen du crochet à vis conformément à l'attelage normal du Verein et de deux chaînes de sûreté; dans les nouvelles voitures sans chaînes de sûreté, au moyen de l'appareil à vis double.

Sudbahn (Autriche). — Crochet à vis et chaînes de sûreté.

Ch. de f. de l'État français. — Accouplements à l'aide d'un tendeur et de deux chaînes de sûreté.

Ch. de f. du Midi (France). — Attelage par un tendeur ordinaire avec deux chaînes de sûreté. Les voitures sont munies de quatre tampons de choc à ressort.

Ch. de f. de Paris à Orléans. — Attelage par tendeur agissant sur un ressort de traction qui a une bande initiale de 2,400 *kg*.

Ch. de f. de l'Ouest (France). — Les véhicules portent deux tampons de choc à ressort et sont attelés à l'aide d'un tendeur à vis agissant sur un ressort de traction. Ils sont, en outre, pourvus de deux chaînes de sûreté à chaque extrémité.

Ch. de f. de l'État belge. — Accouplement

c) Art der Kuppelung.

—

Kaiser Ferdinands Nordbahn. — Schraubenkuppelung mit Sicherheitshaken. (Nach den technischen Vereinbarungen des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.)

Privilegirte österr.-ungar. Staats-Eisenbahn-Gesellschaft. — Alle neueren Locomotiven besitzen federnde Schraubenkuppelung.

Die Verbindung der älteren Wagen erfolgt durch Schraubenkuppelung nach Vereinsnormale und zwei Nothketten; bei den neueren Wagen ohne Nothketten, mittelst der Schrauben- und Scheerenkuppelung.

Oesterreichische Südbahn. — Schraubenkuppeln und Nothketten.

Französishe Staatsbahnen. — Kuppelung mit zwei Sicherheitsketten.

Französische Südbahn. — Gewöhnliche Kuppelung mit zwei Sicherheitsketten. Die Wagen sind mit vier gefederten Buffern versehen.

Eisenbahn Paris-Orléans. — Kuppelung mittelst Spannvorrichtung, welche auf eine Zugfeder von 2,400 *kg* ursprünglicher Spannung wirkt.

Französische Westbahn. — Die Wagen tragen zwei gefederte Stossbuffer, und sind mit Hilfe einer auf eine Zugfeder wirkenden Schraubenkuppel verbunden; ausserdem sind sie an jedem Ende mit zwei Sicherheitsketten versehen.

Belgische Staatsbahnen. — Gewöhnliche

ordinaire au moyen du crochet de traction à vis et de deux chaines de sûreté. Les ressorts de traction et de choc sont des ressorts à lames.

Ch. de f. Hollandais. — Accouplement conforme aux dispositions des conventions de l'Union technique des chemins de fer allemands.

Ch. de f. de l'État russe. (Saint-Pétersbourg.) — Accouplement ordinaire à vis, disposé le long de l'axe de la voiture, et deux chaines de sûreté latérales.

Kuppelung mit zwei Sicherheitsketten. Die Zug- und Stossfedern sind Blattfedern.

Holländische Eisenbahn-Gesellschaft. — Nach den technischen Vereinbarungen des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Russische Staatsbahnen (Petersburg-Warschau). — Gewöhnliche in der Wagenachse angeordnete Schraubenkuppelung und zwei seitliche Nothketten.

3° *Fatigue moyenne annuelle de la voie due aux trains de chaque espèce.*

Vitesse moyenne effective de circulation en kilomètres à l'heure.

3° *Durchschnittliche, jährliche Beanspruchung der Bahn durch jede Zugsgattung.*

Durchschnittliche, thatsächliche Fahrgeschwindigkeit in *km* pro Stunde.

Ch. de f. du Nord Empereur Ferdinand. (Kaiser Ferdinands-Nordbahn.)

	Comprise pour les différentes lignes entre. (Je nach den einzelnen Linien.).	Moyenne pour l'ensemble. (Im Ges.-Durchschn.) V.
Express. (Schnellz.)	49·5 et (bis) 64·0 *km*	57·1 *km*
Express spéciaux. (Sonder-Schn.)	48·0 et (bis) 56·2 —	52·9 —
Omnibus. (Person.-Zg.)	34·2 et (bis) 40·1 —	38·6 —
Omnibus spéciaux. (Sonder-Persz.)	34·2 et (bis) 40·1 —	38·9 —
Marchandises express (Güter-Eilz.)	30·9 et (bis) 32·9 —	31·5 —
Marchandises ordinaires. (Güterz.)	18·1 et (bis) 21·8 —	19·2 —
Trains de charbon. (Kohlenzg.)	18 1 et (bis) 21·8 —	19·8 —

Société privilégiée austro-hongroise des chemins de fer de l'État. (Privilegirte öster. ungar. Staats-Eisenbahn-Gesellschaft.)

	Comprise pour les différentes lignes entre. (Je nach den einzelnen Linien.).	Moyenne pour l'ensemble. (Im Ges.-Durchschn.) V.
Orient-Express. (Orient-Expr.)	58 *km*	58 *km*
Express. (Schnellz.)	45 et (bis) 61 *km*	—
Ordinaires. (Person.-Zg.)	35 et (bis) 45 —	—
Locaux. (Localperszg.)	30 et (bis) 35 —	—
Omnibus. (Omnibuszg.)	26 *km*	26 *km*
Mixtes. (Gem. Zg.)	28 —	28 —
Marchandises directes. (Gütereilzg.)	20 et (bis) 36 *km*	—
Marchandises. (Güterzg.)	20 et (bis) 28 —	—

Südbahn (Autriche). (Oesterreichische Südbahn.)

	Comprise pour les différentes lignes entre (Je nach den einzelnen Linien.)	Moyenne pour l'ensemble. (Im Ges.-Durchschn.) V.
Express. (Schnellzg.)	37 et (bis) 56 *km*	—
Omnibus. (Person.-Zg.)	29 et (bis) 41 —	—
Mixtes. (Gem. Zg.)	23 et (bis) 40 —	—
Marchandises directes. (Gütereilzg.)	16 et (bis) 29 —	—
Marchandises (Güterzg.)	14 et (bis) 29 —	—

Ch. de f. méridionaux. Réseau adriatique. Adriatisches Netz der italienischen Südbahn.

	Les vitesses moyennes sont données arrêts compris. Die durchschnittliche Fahrgeschw. ist inclus. Aufenthalt angegeben, u. zw.	
	Elles varient d'après les sections entre. Je nach den einzelnen Strecken.)	Moyenne pour l'ensemble. (Im Ges.-Durchschn. V.
Express. (Schnellzg.)	39 et (bis) 65 *km*	64·5 *km*
Directs (Directe Zg.)	34 et (bis) 56 —	47·5 —
Semi-directs (Halbdir. Zg.)	30 et (bis) 46 —	—
Omnibus. (Omnibus-Zg.)	24 et (bis) 37 —	—
Mixtes. (Gem. Zg.)	21 et (bis) 30 —	25·4 *km*
Marchandises avec transport de voyageurs. (Güterzg. mit Personenbeförderg.)	16 et (bis) 31 —	21·5 —
Marchandises. (Güterzg.)	10 et (bis) 24 —	16·2 —

Ch. de f. de l'État français. (Französische Staatsbahnen.)

Express. (Schnellzüge)	60	*km.*
Omnibus. (Omnib.-Zg.) / Mixtes. (Gem. Züge) / Trains légers (Leichte Züge).	47·5	—
Marchandises (Güterzüge)	20	—

Ch. de f. du Midi (France). (Französische Südbahn.)

Rapides. (Schnellzüge.)	77	*km.*
Express. (Expresszüge.)	68	—
Omnibus. (Omnibuszüge.)	58	—
Mixtes. (Gemischte Züge.)	50	—
Marchandises. (Güterzüge).	30	—

Ch. de f. de Paris à Orléans. (Eisenbahn Paris-Orléans.)

Rapides. (Schnellzüge.)	75	*km.*
Express, Omnibus et mixtes (Express-Omnibus- und Gem. Züge.)	50 et (bis) 60	—
Marchandises. (Güterzüge)	25	—

Chemins de fer du Nord (France). — La vitesse moyenne des trains en pleine marche atteint 88 *km* à l'heure sur la section de ligne de Creil à Amiens et descend à 65 *km* à l'heure sur la ligne de Boulogne à Calais.

Französische Nordbahn. — Die mit [illegible] Geschwindigkeit der Züge während der F[illegible] erreicht in der Strecke Creil Amiens 88 und sinkt in der Strecke Boulogne-Calais 65 *km* per Stunde.

Ch. de f. de l'Ouest (France). (Französische Westbahn.)

Rapides. (Schnellzüge.)	70-75	*km.*
Express. (Expresszüge.)	65-70	—
Omnibus. (Omnibuszüge)	45-60	—
Mixtes. (Gemischte Züge)	40-50	—
Marchandises G. V. (Gütereilzüge.)	50-60	—
Marchandises P. V. à marche accélérée. (Beschleunigte Güterzüge.).	30-40	—
Marchandises P. V. ordinaires. (Gew. Güterzüge.)	20-30	—

Comp. du ch. de f. Hollandais. (Holländische Eisenbahn-Gesellschaft.)

Express. (Expresszüge.)	66	*km.*
Directs. (Directe Züge.)	63.5	—
Omnibus. (Gew. Personzg.)	46.3	Arrêts compris.
Trains légers. (Leichte Omnib. Züge.)	26.5	(Inclus. Aufenthalt.)

Ch. de f. égyptiens. (Egyptische Eisenbahnen.)

	La vitesse varie d'après les différentes lignes entre. (Je nach den einzelnen Linien.)	En moyenne. Im Ges.-Durchschnitt.) V.
Express. (Expresszg.)	38-60	51.7

Ch. de f. de l'État russe. (Russische Staatsbahnen.)

Express et trains de grande vitesse de courrier. (Express- und Schnellzüge.)	54	*km.*
Trains de poste et omnibus. (Post- und Omnibus-Züge.)	42	—
Trains mixtes. (Gemischte Züge.)	33	—
Trains de marchandises, militaires, d'ouvriers et de transmission. (Güter-, Militär-, Arbeiter- und Transmissions. Züge.)	25	—

'ombre annuel de trains dans chaque ction ; pour les lignes à double voie, on nera le nombre annuel de trains parcou- : la voie d'aller I (de... à...) et le nombre rains parcourant la voie de retour II.

emarques. — Les Administrations ne s ayant pas, pour la plupart, fourni des nées entièrement distinctes pour la fatigue s chacune des deux directions, nous ns donné ici le nombre *z* trains qui, *en enne, ont parcouru chaque kilomètre de igne.* (Point I.)

i, pour une section donnée, et pour les ns de diverses espèces qui la parcourent, s désignons par :

: la longueur en *km* de la section, par

- le nombre moyen de trains qui ont par- ru la longueur *k*, et par

» la vitesse moyenne de ces trains,

s trouverons pour la fréquentation d'un emble de diverses sections, la valeur yenne :

Anzahl der jährlichen Fahrten nach jeder Richtung ; bei doppelgleisiger Bahn : Anzahl der jährlichen Fahrten (von . . . bis . . .) auf Gleis I ; Anzahl der jährlichen Fahrten retour auf Gleis II.

Anmerkung. — Da für die beiden Fahrtrichtungen seitens der Bahnverwaltungen vollständig getrennte Angaben zumeist nicht vorliegen, so wird hier diejenige *Anzahl Züge Z.* angegeben, *welche pro Jahr durchschnittlich über jedes km Gleis der Strecken* (Punkt I) gerollt ist.

Bezeichnet für irgend eine Strecke und Zugsgattung :

k = die Gleislänge in *km*.

z = die durchschnittliche Anzahl Züge, welche die Gleislänge k befahren haben.

v = die durchschnittliche Fahrgeschwindigkeit, so findet man für eine *Anzahl verschiedener Strecken* die Gesammt-Durchschnittswerthe :

$$Z = \frac{\Sigma\,(z\,.\,k)}{\Sigma\,(k)} \text{ et (und) } V = \frac{\Sigma\,(z\,.\,k.\,v)}{\Sigma\,(z\,.\,k)}$$

Ch. de f. du Nord Empereur Ferdinand. (Kaiser Ferdinands-Nordbahn.)

	D'après les diverses lignes. (Je nach den einzelnen Linien.)	En moyenne. (Im Ges.-Durchschn.) Z.
Express. (Schnellzg.)	1460-2190	1531 (17·5 %)
Express spéciaux. (Sonder-Schnellzg.)	11-57	45 (0·5 %)
Ordinaires. (Person.-Zg.)	1555-4380	1807 (20·6 %)
Ordinaires spéciaux. (Sonder-Person.-Zg.)	18-54	44 (0·5 %)
Marchandises express. (Gütereilzg.)	0-1460	964 (11·0 %)
Marchandises. (Güterzg.)	1530-1959	1675 (19·1 %)
Charbon. (Kohlenzg.)	0-3289	2692 (30·8 %)
		8758 (100 %)

Société privilégiée austro-hongroise des chemins de fer de l'État. (Privilegirte öster.-ungar. Staats-Eisenbahn-Gesellscahft.)

	Les lignes point I ont été entièrement parcourues. (Die Strecken Punt I haben ganz durchfahren.)	
	D'après les diverses lignes. (Je nach den einzelnen Linien.)	En moyenne. (Im Ges.-Durchschn.) Z.
Express. (Schnellzg.)	0-1682	927 (20·4 %)
Voyageurs ordinaires. (Person.-Zg.)	730-4239	1523 (33·6 %)
Omnibus. (Omnib.-Zg.)	0-1220	93 (2·0 %)
Trains mixtes (Gem. Zg.)	0-365	18 (0·4 %)
Trains de marchandises. (Güterzg.)	889-4552	1976 (43·6 %)
		4537 (100 %

En outre, ces sections ont été partiellement parcourues par des trains :

Ausserdem haben diese Strecken theilweise durchfahren :

Express. (Schnellzg.)	0-393	La moyenne ne peut se déduire des renseignements fournis. (Durchschnitt kann aus den Angaben nicht berechnet werden.)
Ordinaires. (Person.-Zg.)	0 3184	
Omnibus. (Omnibus-Zg.)	0-1919	
Trains mixtes. (Gem. Zg.)	0-730	
Trains de marchandises. (Güterzüge.)	0-6013	

Ch. de f. méridionaux. Réseau adriatique. (Adriatisches Netz der italienischen Südbahn.)

	D'après les diverses lignes. (Je nach den einzelnen Linien.)	En moyenne. (Im Ges.-Durchschn.) Z.
Express. (Schnellzg.)	0-730	139 (2·5 %)
Directs. (Directe Zg.)	730-1460	1044 (19·1 %)
Spéciaux voyageurs. (Spec. Pers.-Zg.)	2-71	22 (0·4 %)
Ordinaires et semi-directs. (Omnibus und halb directe Züge.)	730-4380	1859 (34·1 %)
Mixtes. (Gem. Züge).	0-2555	755 (13·9 %)
Marchandises avec transport de voyageurs. (Güterzüge mit Pers.-Beförd.)	0-874	180 (3·3 %)
Marchandises. (Güterzg.)	155-3410	1004 (18·4 %)
Marchandises spéciaux. (Spec. Güterzg.)	21-1306	451 (8·3 %)
		5454 (100 %)

Ch. de f. de l'État français. — En tout pour les diverses sections, 2,227 à 16,709 trains.

Französische Staatsbahnen. — Je nach den einzelnen Strecken im *Ganzen* 2,227 bis 16,709 Züge. Bezüglich der Trennung nach Zuggattungen keine Angaben.

Ch. de f. du Midi (France). — En 1893, la section de Bordeaux-Langon de la ligne de Bordeaux-Cette a été parcourue dans chaque sens par environ 7,400 trains.

Französische Südbahn. — Im Jahre 1893 sind auf der Linie Bordeaux-Cette zwischen *Bordeaux und Langon* ungefähr 7,400 Züge in jeder Richtung befördert worden.

Ch. de f. de Paris à Orléans. — En moyenne chacune des voies est parcourue annuellement par environ 10,950 trains.

Eisenbahn Paris-Orléans. — Jedes der beiden Gleise wird durchschnittlich von 10,950 *Zügen* pro Jahr befahren.

Ch. de f. de l'Ouest (France). (Französische Westbahn.)

	D'après les diverses lignes. (Je nach den einzelnen Strecken.).	En moyenne. (Im Ges.-Durchschn.) Z.
Rapides. (Schnellzg.).	730- 4380	2054 (6·6 %)
Express. (Expresszg.)	1825- 6935	3581 (11·5 %)
Directs. (Directe Zg.)	365- 9855	3938 (12·6 %)
Omnibus. (Omnib.-Zg.)	1460-12045	3982 (12·8 %)
Trains légers. T. L. Züge.).	0-8030	3563 (11·5 %)
Trains de messageries. (Packet-Züge.)	365- 4380	2258 (7·3 %)
Marchandises. (Güterzg.)	2190-17520	11756 (37·7 %)
		31132 (100 %)

En outre, des trains de marchandises facultatifs, dont le nombre n'a pas été relevé, ont encore circulé sur différentes sections.

Ausserdem haben Facultativ-Gütersüge verkehrt, deren Zahl nicht angegeben wurde.

Comp. du ch. de f. Hollandais. (Holländische Eisenbahn-Gesellschaft.)

	Moyenne générale. (Gesammt-Durchschn.) Z.
Express. (Expresszg.)	3650 (21·75 %)
Directs. (Directe Person.-Züge.)	3650 (21·75 %)
Voyageurs ordinaires. (Gew. Pers.-Zg.)	3650 (21·75 %)
Légers-omnibus. (Leichte Omnib.-Zg.).	2190 (13·05 %)
Marchandises express. (Gütereilzüge.).	2555 (15·2 %)
Marchandises ordinaires. (Güterzüge.).	1095 (6·5 %)
	16790 (100 %)

Ch. de f. égyptiens. (Egyptische Eisenbahnen.)

	D'après les diverses lignes. (Je nach den einzelnen Linien.)	En moyenne (Im Ges.-Durchschn.) Z.
Express. (Expresszg.)	182-1065	665

Le nombre des trains pour les sections les plus parcourues comportent les totaux suivants pour 1893 :

Die Zugszahl für die stärkst befahrenen Streckentheile hat pro 1893 betragen :

Trains express. (Expresszüge.)	212-1065
Omnibus. (Omnibus-Zg.)	509-2052
Mixtes. (Gem. Züge.).	365-380
Marchandises. (Güterzüge.).	455-4412

Ch. de f. de l'État russe. (Russische Staatsbahnen (Petersburg-Warschau).

Nombre de trains pour l'année 1893 :	Im Jahre 1893 haben verkehrt :
Express impériaux, de personnes privées et de service. (Hof-, Separat-express-Dienstzüge.)	322
Express et trains de grande vitesse de courrier. (Expresszüge.	1273
Trains de poste et omnibus. (Post- und Omnibus-Züge.	5252
Trains mixtes. (Gemischte Züge)	1095
Trains de marchandises, militaires, d'ouvriers et de transmission. (Güter-, Militär-, Arbeiter- und Transmissions Züge.	32736
	40678

4° *Fatigue de la voie due à l'action des freins.*

On ajoutera aux renseignements des données relatives à la longueur moyenne de la ligne sur laquelle les trains de chaque espèce ont leurs freins serrés, et on indiquera quel est, en moyenne, le nombre des essieux freinés et leur poids.

—

Ch. de f. du Midi (France). — Les parcours sans arrêts pour les différents trains sont : 50 *km* pour les rapides ; 20 *km* pour les express ; 6 *km* pour les voyageurs-omnibus et les trains mixtes et 9 *km*. pour les trains de marchandises. En général, pour amener un train à l'arrêt, les freins doivent agir sur une longueur de 500 mètres pour les trains de voyageurs et 800 mètres pour les trains mixtes et de marchandises.

Les trains rapides, express et omnibus sont munis de freins continus, et les trains mixtes et de marchandises doivent, y compris le tender, avoir six essieux enrayés.

Ch. de f. de l'Ouest (France). — L'usure des rails dans les stations où tous les trains font arrêt est en moyenne 2 fois, et au maximum de 4 à 6 fois plus grande que dans la voie courante, et dans la voie courante l'usure est en moyenne de 0·75 à 0·8 milli. par 100,000 trains.

4° *Beanspruchung der Bahn durch Bremsen.*

Den vorstehenden Notizen sind Angaben anzuschliessen über die durchschnittlichen Weglängen, welche bei *jeder Fahrt* mit gebremsten Rädern zurückgelegt werden, sammt der durchschnittlichen Anzahl und dem Gewicht der gebremsten Achsen.

—

Französische Südbahn. — Es halten im Mittel: Schnellzüge alle 50 *km*, Expresszüge alle 20 *km*, Omnibus- und gemischte Züge, alle 6 *km* und Güterzüge alle 9 *km*. Um einen Personenzug zum Stillstand zu bringen, müssen die Bremsen auf etwa 500 *m*, bei den gemischten und Güterzügen auf etwa 800 *m* vor jedem Stillstand wirken. Schnell-, Express- und Omnibuszüge sind mit continuirlichen Bremsen versehen. Gemischte und Güterzüge haben inclus. Tender 6 gebremste Achsen.

Französische Westbahn. — Die Schienenabnützung ist auf jenen Bahnhöfen, woselbst alle Züge anhalten, im *Mittel* zweimal und im *Maximum* vier- bis sechsmal so gross als in der currenten Bahn; und die mittlere Abnützung im currenten Gleis etwa 75 bis 80 *mm* per 100,000 Züge.

III. — Établissement de la voie.

1° *Rails.*

On donnera le *profil* (rails à large base, rails à bourrelets symétriques, rails à bourrelets dissymétriques).

III. — Anlage der Bahn.

1° *Schienen.*

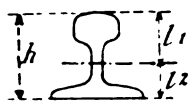
Anzugeben sind :
Profil (breitbasige Schiene, symmetrische, unsymetrische Doppelkopfschiene);

Le moment d'inertie. (Trägheitsmoment.) . . . . . I cm^4

Moment résistant. (Widerstandsmoment.) . . . . . $\frac{I}{l_1}$ cm^3

Longueur des rails. (Länge der Schiene.) . . . . . L m

Hauteur des rails. (Höhe der Schiene.) . . . . . h mm



Position de l'axe neutre. (Lage der neutr. Axe.) . . . . l_1 mm, l_2 mm

Poids en kg par mètre courant. (Gewicht pro Meter in kg). . . . . G

Ch. de fer du Nord Empereur Ferdinand. (Kaiser Ferdinands-Nordbahn.)

	I.	$\frac{I}{l_1}$	L.	h.	l_1	l_2	G.
Large base. (Breitbasige.)	951	147	9 / 12·5	127	64·62	62·38	35·3

Société privilégiée austro-hongroise des chemins de fer de l'État. (Privilegirte österr.-ungar. Staats-Eisenbahn-Gesellschaft.)

	I.	$\frac{I}{l_1}$	L.	h.	l_1.	l_2.	G.
Large base. (Breitbasige.)	863	135	9	125	64	61	33

Sudbahn (Autriche). (Oesterreichische Südbahn.)

	I.	$\frac{I}{l_1}$	L.	h.	l_1.	l_2.	G.
Large base. (Breitbasige.)	934	143·5	10	128	65·1	62·9	34

Ch. de f. du Gothard. (Gotthard-Bahn.)

	I.	$\frac{I}{l_1}$	L.	h.	l_1.	l_2.	G.
Large base, profil IV. (Breitbasige, profil IV.) . . .	1640	222	12	145	71·1	73·9	46
Large base, profil IV*a*, rail pour tunnel. (Breitbasige, profil IV*a*, Tunnelschiene.)	1780	241	12	147	73·0	74·0	48

Ch. de f. méridionaux. Réseau adriatique. (Adriatisches Netz der italienischen Südbahn).

	I.	$\frac{I}{l_1}$	L.	h.	l_1.	l_2.	G.
Large base, type 1. (Breitbasige, 1. Type.) . . .	1008	151·7	9	130	66·46	63·54	36
— — 2. (— 2. —) . . .	965	148	12	125	65	60	36

Réseau italien de la Méditerranée. (Italienische Mittelmeerbahn.)

	I.	$\frac{I}{l_1}$.	L.	h.	l_1.	l_2.	G.
Large base, profil A, type n° 2, 1FC et V⁴. (Breitbasige, profile A, type n° 2, 1FC und V⁴.)	1008	151·7	6 / 9 / 12	130	66·46	63·54	36
Large base, profil B, type M. (Breitbasige, Profile B, type M)	965	148	6 / 6·3 / 12	125	65	60	36

VII. Ch. de f. de la Sicile. (Sicilianische Eisenbahn-Gesellschaft.

	I.	$\frac{I}{l_1}$.	L.	h.	l_1.	l_2.
Large base. (Breitbasige.)	1008	151·7	9	130	66·46	63·54

Ch. de f. de l'État français. (Französische Staatsbahnen.)

	I.	$\frac{I}{l_1}$.	L.	h.	l_1.	l_2.
Double bourrelet dissymétrique. (Unsymmetrische Doppelkopf.)	1259·9	164	11	145	68·3	76·7
Double bourrelet symétrique. (Symmetrische Doppelkopf.)	929	140	11 / 5·5	132·4	66·2	66·2
Double bourrelet symétrique. (Symmetrische Doppelkopf.)	881	135·5	6·5	130	65	65
Large base. (Breitbasige.)	—	—	6·5	130	73	57

Paris à Lyon et à la Méditerranée. (Paris-Lyon-Mittelmeerbahn.)

	I.	$\frac{I}{l_1}$.	L.	h.	l_1.	l_2.
Large base. (Breitbasige.)	1585·5	223	12	142	71·03	70·97

Ch. de f. du Midi (France). (Französische Südbahn.)

	I.	$\frac{I}{l_1}$.	L.	h.	l_1.	l_2.
Double bourrelet symétrique. (Symmetrische Doppelkopf.)	996·7	148·8	11	134	67	67

Ch. de f. de Paris à Orléans. (Eisenbahn Paris-Orléans.

	I.	$\frac{I}{l_2}$.	L.	h.	l_1.	l_2.
Double bourrelet dissymétrique. (Unsymmetrische Doppelkopf.)	1221·6	152·7	11·0	145	65	80

Ch. de f. du Nord (France). (Französische Nordbahn.)

	I.	$\frac{I}{l_2}$.	L.	h.	l_1.	l_2.
Large base. (Breitbasige.)	1586·125	204·84	12·0	144	77·43	66·57

Ch. de f. de l'Ouest (France). (Französische Westbahn.)

	I.	$\frac{I}{l_1}$.	L.	h.	l_1.	l_2.
Double bourrelet dissymétrique. (Unsymmetrische Doppelkopf.)	1263·6	169·7	12	142	67·53	74·47
Double bourrelet symétrique. (Symmetrische Doppelkopf.)	940	144·6	12 / 8	130	65	65
Large base. (Breitbasige.)	794·4	125·5	8	125	61·71	63·29

Ch. de f. de l'État belge. (Belgische Staatsbahnen.)

	I.	$\frac{I}{l_1}$.	L.	h.	l_1.	l_2.	G.
Large base. (Breitbasige.).	1769	240	En général, 9 m.; un petit nombre, 6 m. (Im allgemein., 9 m.; eine kleine Zahl, 6 m.	145	73·72	71·28	52

Comp. des ch. de f. Hollandais. (Holländische Eisenbahn-Gesellschaft.)

	I.	$\frac{I}{l_2}$.	L.	h.	l_1.	l_2.	G.
Large base. (Breitbasige.)	1085	157	9.8	130	61	69	38.6

Ch. de f. égyptien. (Egyptische Eisenbahnen.)

	I.	$\frac{I}{l_1}$.	L.	h.	l_1.	l_2.	G.
Double bourrelet symétrique, type 1-2. (Symmetrische Doppelkopf, Type 1-2.)	829·9	129·7	12·8	128	64	64	35·7
Large base, type 3, ancien profil. (Breitbasige, Type 3, altes Profile.).	982·7	146·7	6·4	125	67	58	34·46
Large base, type 4. (Breitbasige, Type 4.). . .	1054·9	157·5	8 / 12	131	67	64	37
» » 5. (» » 5.). . .	1437·5	199·7	12	140	72	68	42

Ch. de f. de l'État russe (St-Pétersbourg à Varsovie).
(Russische Staatsbahnen (Petersburg-Warschau).

	I.	$\frac{I}{l_1}$.	L.	h.	l_1.	l_2.	G.
Large base. (Breitbasige.) . . .	884·8	137·2	8·534	127	64·51	62·49	32·5

Métal : Nature et procédé de fabrication (procédé acide ou basique, four Martin). [Material-Gattung u. Herstellungsverfahren (saurer oder basischer Process; Martinofen)] :

Ch. de f. du Nord Empereur Ferdinand. (Kaiser Ferdinands-Nordbahn.)

	F.	C.	D.
Acier Martin Basique. (Basischer Martinstahl.).	5500 à (bis) 6700	20·5 à (bis) 53·3	14·5 à (bis) 23

D'après les essais aux usines. (Nach den Proben im Werke.)

Société privilégiée austro-hongroise des chemins de fer de l'État.
(Privilegirte österr.-ungar. Staats-Eisenbahn-Gesellschaft.)

	F.	D.
Acier Bessemer. (Bessemerstahl.).	5500	15

Südbahn (Autriche). (Oesterreichische Südbahn.)

	F.	D.
Acier Martin. (Martinstahl.)	6600	17

*

Ch. de f. du Gothard. (Gotthard-Bahn.)

	F.	D.
Acier basique produit au convertisseur. (Basischer Stahl im Convertir erzeugt.)	6500 en moyenne (im Mittel).	20 en moyenne (im Mittel).

Ch. de f. méridionaux. Réseau adriatique. (Adriatisches Netz der italienischen Südbahn).

	F.	D.
Acier Bessemer ou Martin acide. (Sauerer Bessemer- oder Martinstahl.) . . .	5600 en moyenne (im Mittel).	20 en moyenne (im Mittel).

Réseau italien de la Méditerranée. (Italienische Mittelmeerbahn.)

	F.	D.
Acier Bessemer ou Martin acide, également fer. (Sauerer Bessemer-oder Martinstahl; auch Eisen.). . . .	5500 à (bis) 6000	au-dessus de 18 (über 18).

Ch. de f. de la Sicile. (Sicilianische Eisenbahn-Gesellschaft.)

Uniquement de l'acier coulé fabriqué au procédé Bessemer ou Martin. (Nur Flussstahl nach dem Bessemer- oder Martinverfahren erzeugt.)

Ch. de f. de l'État français. (Französische Staatsbahnen.)

	F.	D.
Bessemer basique. (Basischer Bessemer Stahl.).	7000 à (bis) 8000	environ 8 (rund 8)
Bessemer acide. (Sauerer Bessemer Stal.)	7500	11
Fer. (Eisen.).	—	—
Fer. (Eisen.).	—	—

Paris à Lyon et à la Méditerranée. (Paris-Lyon-Mittelmeerbahn.)

	F.	D.
Acier Martin. (Martinstahl.) . . .	7000 en moyenne (im Mittel).	12

Ch. de f. du Midi (France). (Französische Südbahn.)

	F.	D.
Acier dur obtenu au procédé Bessemer ou Martin acide. (Harter, sauerer Bessemer bezw. Martinstahl.)	7800 à (bis) 9800	4 à (bis) 15
	D'après les essais aux usines. (Nach den Proben im Werke.)	

Ch. de f. de Paris à Orléans. (Eisenbahn Paris-Orléans.)

	F.	D.
Acier Bessemer acide. (Sauerer Bessemerstahl.)	7000 à (bis) 8000	15 à (bis) 10

Ch. de f. du Nord (France). (Französische Nordbahn.)

	F.	D.
Acier Bessemer ou Martin. (Bessemer- oder Martinstahl.)	7150	15·40

Ch. de f. de l'Ouest (France). (Französische Westbahn.)

Acier Bessemer ou Martin produit aussi bien par procédé acide que par procédé basique :

F au moins 7000.
D au moins 8 % pour une longueur de 10 *cm*.

Bessemer- oder Siemens-Martinstahl, sowohl nach dem sauren, wie nach dem basischen Verfahren erzengt :
F = mindestens 7000.
D = mindestens 8 % bei 10 *cm*. Länge.

Ch. de f. de l'État belge. (Belgische Staatsbahnen.)

Acier. Le procédé de fabrication n'est pas prescrit; il suffit que le métal satisfasse aux conditions :

F = 6000 au moins.
D = 13 au moins.

Stahl. Herstellungsart nicht vorgeschrieben.

F = 6000 mindestens.
D = 13 mindestens.

Comp. des ch. de f. Hollandais. (Holländische Eisenbahn-Gesellschaft.)

	F.	D.
Acier Bessemer. (Bessemerstahl.)	6200	19·5

Ch. de f. égyptien. (Egyptische Eisenbahnen.)

	VALEURS MOYENNES. (MITTELWERTHE.)		
	F.	C.	D.
Fer et acier (*) Bessemer. (Eisen und Bessemerstahl (*).). . .	6200	37	25
Fer. (Eisen.)	—	—	—
Acier (*) Bessemer. (Bessemerstahl (*).).	6700 à (bis) 7400	23	14
Acier (*) Bessemer. (Bessemerstahl (*).).	7000 à (bis) 7200	14	11

2° *Traverses.*

On indiquera :

La matière.

(Pour les traverses en fer ou en acier, on donnera la résistance F et l'allongement D.)

2° *Schwellen.*

Anzugeben sind :

Material.

(Bei Eisen- oder Stahlschwellen die Festigkeit F und Dehnung D.)

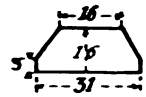
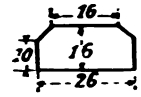
Le profil.

Le poids par pièce en *kg*. (Gewicht per Stück in *kg*)	g
La largeur de la surface inférieure en *cm*. (Auflagerbreite in *cm*)	b
La hauteur en *cm*. (Höhe in *cm*)	h
La longueur en *cm*. (Länge in *m*).	l
Le moment d'inertie en cm^4. (Trägheitsmoment in cm^4)	I_1
Le moment résistant en cm^3. (Widerstandsmoment in cm^3)	$\frac{I}{l_1'}$
La position de l'axe neutre. (Lage der neutralen Axe.) .	l_1' cm, l_2' cm

(*) Il n'est pas stipulé si l'acier Bessemer doit être obtenu au moyen du procédé Martin ou Thomas. (Es wird nicht beabsichtigt den Bessemerstahl durch Martin- oder Thomasstahl zu ersetzen.)

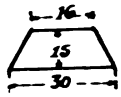
Ch. de f. du Nord Empereur Ferdinand. — Chêne préparé au chlorure de zinc.

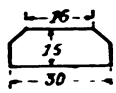
Kaiser Ferdinands Nordbahn. — Eichenholz, getränkt mit Zinkchlorid.

		g.	b.	h.	l.	I_1.	$\frac{I_1}{l_1'}$.	l_1'	l_2'.
Ancien profil. (Altes Profil.) . .		102·9	31	16	2·4	8034	903	8·9	7·1
Nouveau profil. (Neues Profil.). .		129·0	26	16	2·7	7672	905	8·47	7·53

Soc. priv. austro-hongroise des ch. de f. de l'État. — Bois de chêne.

Privilegirte österr.-ungar. Staats-Eisenbahn-Gesellschaft. — Eichenholz.

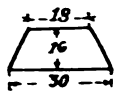




g.	b.	h.	l.	I_1.	$\frac{I_1}{l_1'}$	l_1'.	l_2'.
80 rond (rund)	30	15	2·5	6125	766	8	7

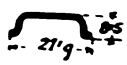
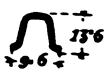
Südbahn (Autriche). — Chêne, mélèze et hêtre. Ces deux derniers bois sont imprégnés au sulfate de cuivre ou au chlorure de zinc.

Oesterreichische Südbahn. — Eichen-, Lärchen- und Buchenschwellen, letztere imprägnirt mit Kupfervitriol oder Zinkchlorid.

		g.	b.	h.	l.	I_1.	$\frac{I_1}{l_1'}$.	l_1'.	l_2'.
Traverses intermédiaires. (Mittelschwellen.)		Chêne. (Eiche.) 67-82 Mélèze. (Lärche.) 49-73 Hêtre. (Buche.) 65-73	26	16	2·4	6380	717	8·9	7·1
Traverses de contre-joint. Stossschwellen.		Chêne. (Eiche.). 81-100 Mélèze. (Lärche.) 60- 90 Hêtre. (Buche.) 77- 90	30	16	2·4	8140	936	8·7	7·3

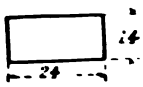
Ch. de f. du Gothard. — Fer doux, basique.
F = 4450 *kg/cm²*, D = 27 °/₀. en moyenne.

Gotthard-Bahn. — Weiches, basisches Eisen.
F = 4450 *kg cm²*, D = 27 °/₀. im Mittel.

		g.	b.	h.	l.	I_1.	$\frac{I_1}{l_1'}$.	l_1'.	l_2'.
Section normale. (Normaler Querschnitt.)		66·8	21·9	8·5	2·5	229	39·7	2·733	5·767
Section réduite. (Eingeschnürter Querschnitt.)		66·8	9·6	13·6	2·5	615	78·8	5·8	7·8

Ch. de f. Méridionaux (réseau Adriatique). — Chêne.

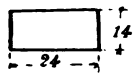
Adriatisches Netz der italienischen Südbahn. — Eichenholz.



g.	b.	h.	l.	I_1.	$\frac{I_1}{l_1'}$.	l_1'.	l_2'.
80	24	14	2·6	5488	784	7	7

Réseau italien de la Méditerranée. — Chêne.

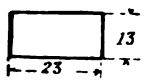
Italienische Mittelmeerbahn. — Eichenholz.



g.	b.	h.	l.	I_1.	$\frac{I_1}{l_1'}$.	l_1'.	l_2'.
80	24	14	2·6	5488	784	7	7

Chemin de fer de la Sicile. — Chêne.

Sicilianische Eisenbahn-Gesellschaft. — Eichenholz.



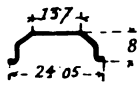
g.	b.	h.	l.	I_1.	$\frac{I_1}{l_1'}$.	l_1'.	l_2'.
Pas donné.	23 au moins (mindestens).	13 au moins (mindestens).	2·6	4211	648	6·5	6·5

Ch. de f. de l'État français. — 1° Traverses en acier doux.

F = 4,500 kg/cm^2 } au moins.
D = 20 °/₀.

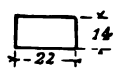
Französische Staatsbahnen. — 1° Eiserne Schwellen (weicher Stahl).

F = 4,500 kg/cm^2 } mindestens.
D = 20 °/₀.



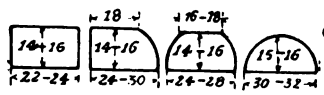
g.	b.	h.	l.	I_1.	$\frac{I_1}{l_1'}$.	l_1'.	l_2'.
58	24·05	8	2·5	168	30	2·447	5·553

2° Traverses en chêne. (Eichenschwellen.)



g.	b.	h.	l.	I_1.	$\frac{I_1}{l_1'}$.	l_1'.	l_2'.
Pas donné.	22	14	2·6-2·7	5030	718	7	7

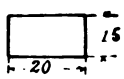
3° Traverses en sapin. (Kiefernschwellen.)



	g.	b.	h.	l.	I_1.	$\frac{I_1}{l_1'}$.	l_1'.	l_2'.
Pas donné.		23	15	2·6-2·7	6469	863	7·5	7·5
		27	15	2·6-2·7	6508	816	7·97	7·03
		26	15	2·6-2·7	6245	781	8	7
		31	15·5	2·6-2·7	6335	712	8·9	6·6

Paris à Lyon et à la Méditerranée. (Paris-Lyon-Mittelmeerbahn.)

Chêne ou hêtre. (Eichen- oder Buchenholz.)

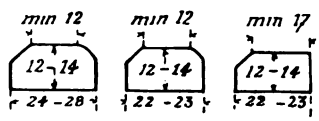


g.	b.	h.	l.	I_1.	$\frac{I_1}{l_1'}$.	l_1'.	l_2'.
Pas donné.	20	15	2·6	5625	750	7·5	7·5

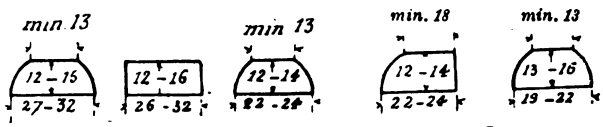
Ch. de f. du Midi (France). — Chêne ou sapin.

Französische Südbahn. — Eichen- und Kiefernholz.

Profil des traverses en Chêne. (Profile für Eichenschwellen.)



Profil des traverses en sapin. (Profile für Kiefernschwellen.)



Pour une traverse moyenne, on a : (Für eine mittlere Schwelle ist).

	g.	b.	h.	t.	I_1.	$\frac{I_1}{l_1'}$.	l_1'.	l_2'.
Chêne. (Eiche)	80	25-30	12-13	2·6-2·7	4475	716	6-6·5	6-6·5
Sapin. (Kiefer)	70							

[illegible]

[illegible] de l'Etat belge. — [illegible] Eisenbahnen.

[illegible]

[illegible] en Nord France. [illegible]

[illegible]

[illegible] du Nord France. — [illegible]

[illegible] — [illegible]

[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

2° Traverses métalliques 7,000 traverses sont en service à titre d'essai depuis [illegible]

2° Eisenschwellen 7,000 Stück versuchsweise seit [illegible] in Verwendung.

[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

Ch. de f. de l'Etat belge. — Bois. Profil : [illegible]; un certain nombre sont fournies avec une partie plate à la face supérieure.

Belgische Staatsbahnen. — Holz. Profil : Halbrund ; eine Anzahl von Schwellen ist an der oberen Fläche theilweise abgeplattet.

[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
28	14	2·6	4325	534	8·1	5·9		

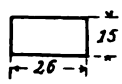
Ch. de f. Hollandais. — 1° Traverses métalliques. Acier doux.
F = 4,800 *kg/cm²*.

Holländische Eisenbahngesellschaft. — 1° Eiserne Schwellen. Weicher Stahl.
F = 4,800 *kg/cm²*.

39 *kg* pour traverses intermédiaires (für Mittelschwellen).		
48 — [illegible] de contre-joint (für Stosschwellen.)		2·6

2° Traverses en bois. Chêne et sapin rouge.

Profil. (Profile.)



g.	b.	h.	l.	I_1.	$\frac{I_1}{l_1'}$.	l_1'.	l_2'.
80 *kg* pour chêne (für Eichen). 70 — pour sapin rouge (für Rothtannen.	26	15	2·6	7312	975	7·5	7·5

Ch. de f. égyptien. — 1° Traverses en bois pour rails à large base.

Sapin de la Baltique ou de la Turquie.

Chêne de la Turquie et de l'Autriche.

Traverses intermédiaires.

		g.	b.	h.	l.	I_1.	$\frac{I_1}{l_1'}$.	l_1'.	l_2'.
Sapin de la Baltique créosoté. (Baltische Tannen creosotirt.)	25.4 / 12.7	62·3	25·4	12·7	2·72	4336	683	6·35	6·35
Sapin de Turquie. (Türkische Tannen.)	25 / 15	59·5	25	15	2·6	7031	937	7·5	7·5
Chêne. (Eichen).	24 / 14	82	24	14	2·6	5488	784	7·0	7·0

2° Cloches en fonte pour rails à double bourrelet.

Diamètre, 0·56 *m*.

Poids par pièce, 52 *kg*.

3° Traverses en acier. Jusqu'à ce jour, on n'en a pas mis en œuvre. En 1893 on a commandé à Boyenval, Ponsard et Cie, à Paris, des traverses en acier pour une longueur de voie de 6 *km*; elles doivent avoir 2·45 de longueur et peser 76 à 77 *kg* pièce. L'acier devra avoir une résistance de 45 à 50 *kg* par mm^2 et un allongement maximum de 22 °/o (sur une longueur de 200 *mm*). La limite d'élasticité devra être située entre 24 et 30 *kg* par mm^2. Ces traverses ne sont pas encore fournies à l'heure actuelle.

Ch. de f. de l'État russe (St-Pétersbourg à Varsovie) — Bois de pin.

		g.	b.	h.	l.	I_1.	$\frac{I_1}{l_1'}$.	l_1'.	l_2'.
Type 11. Traverses de joint. (Stossschwellen.)	17.8 / 17.8 / 20.6	Pas donné.	20·6	17·8	2·667	10023	1109	9 04	8·72
Type 12. Traverses intermédiaires. (Mittelschwellen.)	14.4 / 17.8 / 17.8	Pas donné.	17·8	17·8	2·667	8974	987	9 09	8 67

Egyptische Eisenbahnen. — 1° Holzschwellen, für breitbasige Schienen.

Mater. : Baltische und türkische Tannen; Türkische und österreichische Eichen.

Mittelschwellen.

2° Gusseiserne Glocken für Doppelkopfschienen.

Durchmesser, 0·56 *m*.

Gewicht per Stück, 52 *kg*.

3° Querschwellen aus Stahl. Bisher sind keine solchen verlegt. Im Jahre 1893 wurden für 6 *km* Gleis bei Boyenval, Ponsard et Co, in Paris, Querschwellen aus Stahl bestellt. Sie sollen eine Länge von 2·45 erhalten und 76 bis 77 *kg* per Stück wiegen. Das Materiale wird Stahl von einer Festigkeit von 45 bis 50 *kg* per mm^2 und einer grössten Dehnung von 22 °/o (auf eine Länge von 200 *mm*) sein. Die Elasticitätsgrenze soll zwischen 24 und 30 *kg* per mm^2 liegen. Diese Schwellen sind noch nicht zur Ablieferung gelangt.

Russische Staatsbahnen (Petersburg-Warschau.) — Tannenholz.

Remarque. — Sur la section Saint-Pétersbourg-Gatchina, longue de 44·8 *km*, toutes les traverses de la voie principale sont du type n° 11; sur le reste de la ligne et sur l'embranchement où le pont est en partie à taux, les traverses de contrepoint sont du type n° 11 et toutes les traverses intermédiaires sont du type n° 12.

Anmerkung. — Auf der 44·8 *km* lan Strecke Sankt-Petersburg-Gatschina sind Schwellen von der Type n° 11, in allen übri Strecken liegen nächst des schwebenden Sto Schwellen der Type n° 11, und dazwischen sol der Type n° 12.

2° Attache des rails avec les traverses

Indiquer si les rails sont directement attachés sur les traverses, ou au moyen de coussinets, plaques de coussinets, selles, plaques selles, etc., et quels sont les éléments de rail [illegible]

2° Verbindung der Schiene mit der Schwe

Es ist anzugeben, ob die Schiene auf Schwelle direkt oder durch Vermittelung Stühlen, Stuhlplatten, Unterlagsplatten, K platten, etc., befestigt; ferner die Art der [illegible] der Schiene mit der Schwelle durch Verbindungsstücke, Hakennägel, T [illegible] Kammplatten, etc., sowie die Art Befestigung der Verbindungsstücke, St platten, etc., mit der Schwelle, Nägel, T [illegible] Schrauben, Schr. Muttern, etc.

[illegible] de la Voie Empereur Ferdinand

[illegible]

Kaiser Ferdinands-Nordbahn. — Die S

[illegible]

:antôt directement, tantôt au moyen de

:ion du rail avec la traversé se fait en
ıps que celle de la selle au moyen de

f. du Gothard. — Les rails reposent
nt sur la traverse métallique (sans
:t ils sont fixés au moyen de cales de
de boulons à écrou.

f. Méridionaux (réseau Adriatique).
l repose sur la traverse par l'intermé-
ıe selle en fer, et est fixé au moyen de
(deux par selle).

italien de la Méditerranée. — En
:s rails reposent par l'intermédiaire de
ils et selles sont fixés aux traverses au
crampons.
s de 12 *m* de long du type actuel sont
noyen de tire-fond, et il y en a deux

is, dans le type V⁴ (rail du profil A de
de long), les selles de joint ont trois
ın met trois attaches.
e type I (rail de 12 *m* de long du
on emploie au joint des selles doubles
t les deux traverses de contrejoint et
sur celles-ci au moyen de six tire-fond.

f. de la Sicile. — Le rail repose sur
:e sabotée par l'intermédiaire de la
naire.
selle sont fixés sur chaque traverse
de deux crampons.

h. de f. de l'État français.
Rails à double champignon dissymé-
40 *kg.* — Les rails sont maintenus au
coins (en chêne ou en acier) dans les
et reposent directement sur les tra-
chêne, en pin ou en acier).
ssinets sont fixés : 1° aux traverses en
rois tire-fond. On interpose entre deux
et les trous des coussinets des bagues
ıniques pour éviter l'ovalisation de ces
° aux traverses en acier par deux

Rails à double champignon symétrique

ruht auf der Schwelle theils *direct*, theils durch Vermittlung von *Unterlagsplatten* auf.

Die Befestigung der Schiene mit der Schwelle sowohl, wie auch die Befestigung der Vermittlungstücke (Unterlagsplatten) mit der Schwelle, erfolgt durch Hakennägel.

Gotthard-Bahn. — Die Schienen sind auf den eisernen Schwellen direct (ohne Unterlagsplatten) mittelst je zwei Klemmplatten und Fussschrauben verbunden.

Adriatisches Netz der italienischen Südbahn. — Die Schiene liegt auf den Schwellen mittelst eisernen *Unterlagsplatten* auf, und ist mit *Hakennägeln* (je zwei per Platte) befestigt.

Italienische Mittelmeerbahn. — Die Schienen sind im Allgemeinen mit *Platten* versehen; die Schienen und die Platten sind auf den Schwellen durch *Hakennägel* befestigt.

Bei der 12 *m* langen normalen gegenwärtigen Schienentype erfolgt die Befestigung mittelst *Tirefonds*. Es sind zwei Befestigungsmittel per Platte vorhanden.

Bei der Type V⁴ (6 und 9 *m* lange Schienen Prof. A) haben jedoch die *Stossplatten* drei Löcher und daher drei Befestigungsmittel.

Bei Type 1 (12 *m* lange Schienen Prof. A) werden an dem Stosse entsprechende Doppelplatten verwendet, welche die Stossschwellen fest verbinden, und auf denselben durch 6 Tirefonds befestigt sind.

Sicilianische Eisenbahn-Gesellschaft. — Die Schiene liegt auf den gedexelten Schwellen mittelst gewöhnlicher *Unterlagsplatten* auf.

Schiene und Platte sind auf den Schwellen durch je 2 *Hakennagel* befestigt.

Französische Staatsbahnen. — I. *Unsymmetrische Doppelkopfschienen à* 40 *kg.* — Die Schienen werden mit Hilfe von *Keilen* (aus Eichenholz oder Stahl) in den Stühlen festgehalten, welche *direct* auf den Schwellen (Eichen, Kiefer oder Stahl) aufruhen.

Die *Stühle* sind befestigt : 1° Auf Holzschwellen durch 3 Tirefonds. Bei zweien derselben werden zwischen Tirefond und Stuhllochung konische Holzringe eingeschaltet, um zu verhindern, dass sich die Löcher oval ausschleifen. 2° Auf *Stahl*schwellen durch 2 Bolzen.

II. *Symmetrische Doppelkopfschiene à* 38 *kg.*

— Die Befestigung ist dieselbe, mit dem einzigen Unterschiede, dass die Stühle auf den Schwellen mit *zwei* Tirefonds befestigt sind.

III. *Doppelkopfschienen Type Charentes à* 35 *kg* (wie vorher *ad* II).

IV. *Breitbasige Schienen à* 35 *kg*. Die Schienen ruhen *direct* auf den Schwellen auf, und sind mit diesen durch 2 *Tirefonds* aus verzinktem Stahl befestigt.

Paris-Lyon-Mittelmeerbahn. — Die breitbasige Schiene von 12 *m* Länge liegt auf 18 Schwellen mittelst *Unterlagsplatten* auf, und wird durch je *vier Stück Tirefonds* befestigt. (Siehe auch die Abhandlungen von *Michel*, » Ueber die Befestigung der Schienen auf Holzschwellen. — Die Frage der Tirefonds. « (*Revue générale*, Juni 1893), und » Ueber Stabilität der Eisenbahngleise. Versuche über den Widerstand der Gleistheile gegen verticale Kräfte «. (*Revue générale*, Mai 1885).

Französische Südbahn. — Die Schienen liegen auf den Schwellen mittelst gusseiserner *Stühle* auf, welche mit *Tirefonds* befestigt sind.

Die Schiene wird in den Stühlen durch *Keile* aus Eichenholz oder aus Stahl nach dem System David festgehalten.

Eisenbahn Paris-Orléans. — Die Schiene ruht auf gusseisernen *Stühlen*, welche mit je 3 Tirefonds auf den Schwellen befestigt sind.

Französische Nordbahn. — Die Schiene ruht auf der gedexelten Schwelle durch Vermittlung einer 5 *mm* starken, getheerten Filzplatte auf und wird auf jeder Schwelle mittelst *dreier* Tirefonds befestigt. Von diesen werden abwechselnd 2 Tirefonds *innen* und 1 *aussen*, und auf der folgenden Schwelle 1 *innen*, 2 *aussen* angebracht.

Französische Westbahn. — Die Doppelkopfschienen sind in Gussstühlen verkeilt, welche auf den Schwellen durch Tirefonds befestigt werden. Dieselbe Art der Lagerung ist auf den sehr beanspruchten Linien auch bei den Vignolschienen angewendet; auf den wenig beanspruchten Gleisen sind die Vignolschienen unmittelbar auf den Schwellen mittelst Tirefonds befestigt, und werden Stühle nur in scharfen Krümmungen verwendet (siehe folgenden Punkt 4).

Dans les poses neuves de ces différents systèmes, on fait usage de coins en acier trempé, qui ont l'avantage de maintenir un serrage constant indépendant de la température et de l'état hygrométrique.

Les coussinets pour traverses métalliques viennent de fonte avec une bride embrassant la barre, sur laquelle ils sont maintenus par le retrait de la fonte, et par sa pénétration dans des trous de 25 *mm* percés dans les ailes de la barre.

Ch. de f. de l'État belge. — Le rail repose sur la traverse au moyen de selles à rebords.

Le rail est fixé sur la traverse au moyen de tire-fond qui traversent la selle.

Les selles n'existent pas aux traverses de contrejoint (pose en porte-à-faux).

Ch. de f. Hollandais. — a) *Traverses métalliques.* — Les traverses *coudées* reçoivent directement les rails. La fixation se fait au moyen de crapauds (système Vautherin); il y en a un extérieur et deux intérieurs; ces deux derniers sont fixés au moyen de coins en acier.

Sur les traverses *droites*, les rails reposent sur l'intermédiaire de selles qui donnent au rail l'inclinaison voulue. La fixation se fait au moyen de boulons et de cales de serrage.

b) *Traverses en bois.* — Le rail repose directement sur la traverse, et est fixé au moyen de crampons.

Ch. de f. égyptiens. — Sur les 518 *km* avec rails Vignoles existant à la fin de 1893, on a 48 qui sont munis de selles. Sur les 470 autres *km*, les rails reposent directement sur traverses (en chêne ou en sapin de Turquie). Les selles ont été introduites en 1893, et elles seront à l'avenir employées dans toutes les nouvelles lignes et nouvelles poses.

Les rails Vignoles sont fixés aux traverses au moyen de deux tire-fond.

Lorsqu'on emploie des traverses en sapin de la Baltique, on emploie alternativement *deux* et *trois* tire-fond, et trois tire-fond sur les traverses de joint. Les rails à double bourrelet sont fixés aux cloches en fonte au moyen de coins en

Bei der Neuverlegung der verschiedenen Systeme kommen Keile aus gehärtetem Stahl zur Verwendung, welche den Vortheil der Erhaltung einer constanten, von der Temperatur und dem Feuchtigkeitszustand unabhängigen Anspannung gewähren.

Die für eiserne Schwellen bestimmten Stühle kommen aus dem Gusse mit Bügeln, welche die Schwellen umfassen, und werden durch das Schwinden des Gusses, sowie durch das Eindringen desselben in 25 *mm* weite, in die Seitentheile der Schwelle gebohrte Löcher festgehalten.

Belgische Staatsbahnen. — Die Schiene liegt auf den Schwellen mittelst *Unterlagsplatten* auf.

Die Schiene ist auf den Schwellen durch *Tirefonds* befestigt, welche die Platte durchsetzen.

Auf den Stossschwellen (schwebender Stoss) sind *keine* Platten.

Holländische Eisenbahn-Gesellschaft. — *a*) *Eiserne Schwellen.* — Die *abgebogenen* Schwellen tragen die Schienen *direct*; die Befestigung erfolgt mit Haken (System Vautherin), einer aussen und zwei an der Innenseite des Fusses; die beiden letzteren sind durch *Stahlkeile* fixirt.

Auf den *geraden* Schwellen liegen die Schienen mittelst Platten auf, welche den Schienen die Neigung geben. Die Befestigung erfolgt durch Fussschrauben und Klemmplatten.

b) *Holzschwellen.* Die Schiene liegt *unmittelbar* auf der Schwelle auf, und ist durch Hakennägel befestigt.

Egyptische Eisenbahnen. — Von den 518 *km* Vignolschien-Oberbau, welche bis Ende 1893 verlegt wurden, sind ungefähr 48 *km* mit *Unterlags*platten versehen. Bei den übrigen 470 *km* liegen die Schienen *direct* auf den Schwellen (türkische Eichen oder Tannen) auf. Die Unterlagsplatten sind im Jahre 1893 eingeführt worden, und werden in Zukunft auf allen neuen Linien und bei Erneuerungen angewendet werden.

Die Vignolschienen sind mit den Schwellen durch je 2 *Tirefonds* verbunden.

Wenn Schwellen aus baltischem Tannenholz zur Verwendung kommen, so werden abwechselnd *drei* und *zwei* Tirefonds eingezogen, und beim Stosse deren drei verwendet.

Die Doppelkopfschienen sind auf den gussei-

[illegible] qui les [illegible] à [illegible]

[illegible] Saint-Pétersbourg [illegible] dans toute l'étendue [illegible] entre les stations de [illegible] Jatschina (44·8 *km*), [illegible] traverses au moyen [illegible] sur chaque traverse [illegible] crampons.

[illegible] du chemin de fer de [illegible] et notamment de la [illegible] de Varsovie et de la [illegible] de Wergebolowo, [illegible] directement sur la traverse [illegible] au moyen de deux crampons longs de [illegible] seules que sur les traverses [illegible] sont fixés au moyen de [illegible] de longueur.

sernen Glocken durch hölzerne oder eiserne (Spiral-) Keile befestigt, und wird bei jedem zweiten Glockenpaar eine Spurstange durchgezogen, und mit federnden Keilen befestigt.

Russische Staatsbahnen (Petersburg-Warschau). — Auf der zweigleisigen Hauptstrecke Saint-Petersburg-Gatschina (44·8 *km*) liegen die Schienen auf den Schwellen mittelst Unterlagen auf und ist jede Schiene auf der Schwelle durch 4 Hakennägel befestigt.

Im übrigen Theile der Strecke Sanct-Petersburg-Warschau, und zwar zwischen Gatschina und Warschau, und in der Strecke Landwarowo-Wergebolowo sind die Schienen auf den Zwischenschwellen direct durch zwei 150 *mm* lange Nägel befestigt. Auf den dem Stosse benachbarten Schwellen liegen die Schienen mittelst Unterlagen auf und sind durch vier 150 *mm* lange Nägel befestigt.

[illegible] la fixation dans les cas [illegible] dans les courbes.

[illegible] dispositions particulières auxquelles on [illegible] pour augmenter la résistance [illegible] aux efforts latéraux (telles que les pièces [illegible], soutiens du champignon) [illegible] spécialement.

—

Ch. de f. Méridionaux (réseau Adriatique). — On n'emploie aucune disposition particulière dans les courbes à grands rayons des lignes parcourues par des trains ayant des vitesses supérieures à 50 *km*.

Sur la ligne de Bologne à Pistoia, qui est à [illegible] rampes et à courbes raides, et qui est parcourue à 40 *km* à l'heure par des trains remorqués par de lourdes locomotives, on emploie pour [illegible] les déplacements latéraux de la voie, du côté extérieur de la courbe, des pièces de bois s'appuyant, d'une part, sur le rail ou sur la tête de la traverse, et, de l'autre, contre un mur latéral. On emploie aussi des pieux en bois battus dans le sous-sol et contre lesquels les têtes des traverses viennent buter du côté extérieur de la courbe.

Ch. de f. de l'État français. — Lorsque les

4° *Specialconstructionen der Befestigungen, insbesondere in Curven.*

Wenn solche vorhanden sind, insbesondere Constructionen, um den Seitenkräften Widerstand zu leisten (Einlagen, Beilagen, Kopfhalter, etc.), so sind dieselben besonders zu notiren.

—

Adriatisches Netz der italienischen Südbahn. — Auf den Linien, welche von Zügen mit mehr als 50 *km* Geschwindigkeit per Stunde befahren werden, sind in den Curven, welche durchwegs grosse Halbmesser besitzen, keine besonderen Vorkehrungen getroffen.

Auf den mehr geneigten und stark gekrümmten Strecken der Linie Bologna-Pistoja, welche von sehr schweren Locomotiven mit 40 *km* per Stunde befahren wird, sind zur Vermeidung seitlicher Gleisverschiebungen, Holzstücke im Gebraueh, welche zwischen die Schienen, oder zwischen Schwellenkopf und Seitenmauer verlegt werden, oder auch in den Untergrund eingerammte Holzpfähle, welche sich an der Aussenseite der Curve gegen die Schwellenköpfe stützen.

Französische Staatsbahnen. — Wenn die

rails à double champignon reposent sur des longrines (ponts, fosses de visite, etc.), ils sont fixés au moyen de coussinets spéciaux à quatre trous.

Dans les courbes, aucune disposition spéciale n'est adoptée. Sur certaines lignes, cependant, des coins métalliques sont employés de préférence aux coins en bois dans les courbes.

Paris à Lyon et à la Méditerranée. — Les courbes ayant au moins 500 *m* de rayon, on n'y applique aucune disposition spéciale.

Ch. de f. du Midi (France). — Il n'a pas été appliqué, jusqu'à présent, de dispositions spéciales relativement à la fixation des coussinets sur les traverses. Dans le but d'éviter dans les courbes le déplacement des rails situés dans la file du grand rayon, on étudie en ce moment un modèle de coussinets à large semelle portant trois trous pour tire-fond.

Ch. de f. du Nord (France). — Dans les courbes de faible rayon, il est fait usage de coins Barberot pour combattre la tendance au déversement des rails extérieurs.

Ch. de f de l'Ouest (France). — Dans les voies à coussinets, on n'emploie aucune disposition spéciale.

Lorsque les rails Vignoles sont fixés directement sur les traverses, on consolide les voies dans les courbes de petit rayon (500 *m* et au-dessous) en armant de coussinets la quatrième et la septième traverses de chaque longueur de rail.

Ch. de f. de l'État belge. — La voie en rails de 52 *kg* se comporte bien au point de vue de la résistance au renversement. (Les rails sont placés sans inclinaison.)

Ch. de f. Hollandais. — Avec les traverses en fer, on n'emploie aucun dispositif pour soutenir le champignon du rail. Sur les voies avec traverses en bois, on se sert quelquefois, dans les courbes de petit rayon, de blochets en bois.

Ch. de f. égyptiens. — Dans les courbes d'un rayon supérieur à 500 *m*, on ne considère en général pas comme indispensable de prendre des mesures spéciales de renforcement. Dans deux courbes dont le rayon n'est que de 400 *m*, on a mis en œuvre des tire-fond parce que la

Doppelkopfschienen auf Langhölzern aufliegen, (Brücken, Putzgruben, etc.), so sind sie auf denselben mittelst *besonderer Stühle*, welche 4 Löcher besitzen, befestigt.

In Curven ist *keine* besondere Anordnung getroffen Auf einigen Linien jedoch wird in Curven die Anwendung *eiserner* Keile vorgezogen.

Paris-Lyon-Mittelmeerbahn. — Die Curven haben mindestens 500 *m* Radius. *Keine* Specialconstruction in Anwendung.

Französische Südbahn. — Bezüglich der Befestigung der Stühle auf den Schwellen sind bis jetzt *keine* besonderen Anordnungen in Anwendung gekommen. Um die Verschiebung der in scharfen Krümmungen liegenden Schienen zu verhindern, werden gegenwärtig breitfüssige Schienenstühle mit *drei* Tirefond-Löchern studirt.

Französische Nordbahn. — In Curven von kleinem Radius stehen die Keile « Barberot » in Anwendung, um der Tendenz des Kantens bei der äusseren Schiene zu begegnen.

Französische Westbahn. — Auf Stuhlschienengleisen werden keinerlei besondere Constructionen angewendet.

Vignolschienen, welche unmittelbar auf den Schwellen befestigt sind, werden in scharfen Curven (von 500 *m* Halbmesser und weniger) dadurch festgelagert, dass in jedem Schienenfelde die vierte und siebente Schwelle mit den Stühlen versehen wird.

Belgische Staatsbahnen. — Das Gleis von 52 *kg* verhält sich gut in Bezug auf den Widerstand gegen das Kanten der Schienen. (Die Schienen sind ohne Neigung verlegt.)

Holländische Eisenbahn-Gesellschaft. — Bei *eisernen* Schwellen sind keine Mittel angewendet, um den Schienenkopf zu halten. Bei *Holzschwellen* bedient man sich in Curven von kleinem Halbmesser, manchmal hölzerner Streben.

Egyptische Eisenbahnen. — In Krümmungen von mehr als 500 *m* Radius wurde im Allgemeinen eine besondere Massnahme zur Verstärkung des Gleises nicht für nothwendig befunden. In zwei Curven, deren Halbmesser nur 400 *m* beträgt, hat man, nachdem die Spurweite von

voie s'était élargie de 1·434 à environ 1·445 *cm*. Dans la superstructure avec cloches, toutes les cloches en courbe sont munies de tringles d'écartement. Depuis les dix dernières années, toutes les cloches mises en œuvre ont été posées avec tringles d'écartement. On n'emploie pas, pour le surplus, d'autres dispositions spéciales.

Ch. de f. de l'État russe (Saint-Pétersbourg à Varsovie). — Dans les courbes de 553·4 *m* de rayon et moins, on fait usage de crampons additionnels sur les traverses intermédiaires, de deux en deux traverses.

1·434 *m* auf etwa 1·445 *m* gebracht wurde, *Tirefonds* hinzugefügt. Beim Oberbau *mit Gussglocken* verwendet man in Curven keine Glocken *ohne* Verbindungsstangen. Während der letzten zehn Jahre wurden nur Glocken mit Spurstangen eingelegt. Irgend eine andere Verstärkung des Gleises wurde *nicht* vorgenommen.

Russische Staatsbahnen (Petersburg-Warschau). — In Krümmungen von 553·4 *m* Radius und weniger, werden auf einzelnen Zwischenschwellen Zusatznägel eingetrieben.

5° *Assemblage des joints.* (*Stossverbindung*)

Mode d'assemblage (éclisses plates, éclisses cornières, éclisses pont, etc.). (Art der Stossverbindung (Flachlaschen, Winkellaschen, Brücken, etc.).

Nombre et diamètre en *mm* des boulons d'éclisses. (Anzahl und Stärke in *mm* der Laschenbolzen) :

Trous de boulons percés ou forés. (Bolzenlöcher, gestanzt oder gelocht) :

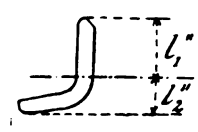
Métal des éclisses. (Material der Laschen) :

Poids en *kg* (Gewicht in *kg*). . . . . G

Longueur en *mm* (Länge in *mm*) l

Moment d'inertie en cm^4 (Trägheitsmoment in cm^4). . . . . I_2

Moment résistant en cm^3. (Widerstandsmoment in cm^3) . . . . . $\frac{I_2}{l_1''}$

Position de l'axe neutre. (Lage der neutr. Axe.). . . . . 

l_1''
l_2''

Résistance kg/cm^2 (Festigkeit kg/cm^2) . . . . . F

Contraction °/₀. (Contraction °/₀.) C

Allongement °/₀. (Dehnung °/₀.) . . . . . D

Ch. de f. du Nord Empereur Ferdinand. — L'éclisse extérieure est à double cornière.

L'éclisse intérieure est à simple cornière.

Les boulons sont au nombre de quatre et ont 22 *mm* de diamètre Depuis 1894, les trous sont forés. Les éclisses sont en fer ou en acier.

Kaiser Ferdinands-Nordbahn. — Aeussere Doppelwinkel-Lasche, innere einfache Winkel-Lasche, vier Bolzen von 22 *mm* Durchmesser. Löcher gebohrt seit 1894. Laschen aus Flusseisen bezw. Flussstahl.

Dimensions des éclisses. (Dimensionen der Laschen.)	G.	l.	I_2.	$\frac{I_2}{l_1''}$	l_1''.	l_2''.	F.	C.	D.
Extérieure. (Aeussere.). .	8·7	553	232·7	45·0	51·9	47·5	4130 à (bis) 5900	27·7 à (bis) 57·5	18·5 à (bis) 28·0
Intérieure. (Innere.). . .	7·2	500	143·9	25·5	56·5	37·0	D'après les essais aux usines. (Nach den Proben im Werke.)		

Remarque. — On emploie aussi, dans la pose avec coussinets-selles, des éclisses avec six bou-

Bemerkung. — Beim Stuhlplattenoberbau sind auch Laschen mit 6 Bolzen in Verwendung. Ihre

lons. Leur longueur est de 730 *mm*. L'éclisse extérieure pèse 12 4 *kg*, l'éclisse intérieure 10·6 *kg*.

Soc. priv. austro-hongroise des ch. de f. de l'État. — L'éclisse extérieure est à double cornière, l'éclisse intérieure à simple cornière.

Il y a quatre boulons d'éclisses et leur diamètre st de 19 *mm*. Les éclisses sont en fer soudé.

Länge beträgt 730 *mm*. Die Aussenlasche wiegt 12·4 *kg*, die Innenlasche 10·6 *kg*.

Privilegirte österr.-ungar. Staats-Eisenbahn-Gesellschaft. — Aeussere Doppelwinkellasche, innere einfache Winkellasche, vier Bolzen von 19 *mm* Durchmesser. Laschen aus Schweisseisen.

		G.	l.	I_2.	$\frac{I_2}{l_1''}$.	l_2''.	l_1''.
Dimensions des éclisses.	Extérieure. (Aeussere.) .	11·0	590	281·94	50·7	55·6	49·9
imensionen der Laschen).	Intérieure. (Innere.) . .	7·2	470	128·14	24·7	51·9	35·5

Südbahn (Autriche). — Éclisse extérieure à ble cornière. Éclisse intérieure plate. uatre boulons d'éclisses; diamètre des bou- = 22 *mm*. Éclisses en acier Bessemer doux.

Oesterreichische Südbahn. — Aeussere Doppelwinkellasche, innere flache Lasche, vier Bolzen. Durchmesser der Bolzen : 22 *mm*. Laschen aus weichem Bessemerstahl.

		G.	l.	I_2.	$\frac{I_2}{l_1''}$.	l_1''.	l_2''.
mensions des éclisses.	Extérieure. (Aeussere.) .	9·42	590	242	44	54·8	47·2
ensionen der Laschen.)	Intérieure. (Innere.) . .	4·7	550	61	14·9	41·0	41·0

— de f. du Gothard. — Éclisses cornières les symétriques.
tre boulons d'éclisses. Diamètre des bou- = 25 *mm*. Les trous de boulons sont percés.

Gotthard-Bahn. — Symmetrische einfache Winkellaschen, vier Bolzen. Bolzendurchmesser : 25 *mm*. Bolzenlöcher sind gestanzt.

	G.	l.	I_2.	$\frac{I_2}{l_1''}$.	l_1''.	l_2''.
mensions des éclisses.	10	600	195·6	34·5	56·75	39·75
ensionen der Laschen.)	par éclisse (per Lasche).		par éclisse (per Lasche).			

. de f. méridionaux. Réseau adria- ie. — Éclisses cornières simples symétriques. eux types, l'un avec cinq boulons, l'autre avec tre boulons. Le diamètre des boulons est de m. Les trous de boulons forés. Éclisses en er Martin.

Adriatisches Netz der italienischen Südbahn. — Symmetrische einfache Winkellaschen; zwei Typen : die erste mit 5 Bolzen, die zweite mit 4 Bolzen. Bolzendurchmesser der zwei Typen : 25 *mm*. Bolzenlöcher gebohrt. Laschen aus Martinstahl.

	G.	l.	I_2.	$\frac{I_2}{l_1''}$.	l_1''.	l_2''.	F.
mensions des éclisses (1er type). mensionen der Laschen) (1. Type.)	10	735	131·7	24·9	52·79	37·51	5000
mensions des éclisses (2e type). mensionen der Laschen) (2. Type.)	8·7	648	118·2	23·0	51·22	36·18	5000
	par éclisse (per Lasche).		par éclisse (per Lasche).				

omp. de la Méditerranée (Italie). — isses cornières simples symétriques.
our le profil A, il y a trois dispositions : Le 2 la disposition 1 FC, et la disposition V4.
r le profil B, il y a la disposition M.
'éclissage n° 2 est à cinq boulons, tous les res sont à quatre boulons de 25 *mm*.
Depuis quelques années, les éclisses sont en er doux.

Italienische Mittelmeerbahn. — Symmetrische einfache Winkellaschen.

Profil A, drei Typen, N° 2, 1 FC und V4. Profil B, ein Type M.

Stossverbindung N° 2 besitzt 5, die anderen Typen 4 Bolzen von 25 *mm* Stärke.

Seit einigen Jahren, Laschen aus weichem Stahl.

		G.	l.	I_2.	$\frac{I_2}{l_1''}$.	l_1''.	
Dimensions par éclisse. (Dimensionen per Lasche.)	N° 2 . .	10	735	131·7	24·9	52·79	37
	1. FC . .	8	488	205	33·4	61·35	48
	V⁴ . . .	9	634	141·6	26·4	53·61	36
	M . . .	8·7	648	118·2	23·0	51·22	36

Ch. de f. de la Sicile. — Éclisses cornières simples symétriques.

Quatre boulons d'éclisses; diamètre des boulons, 25 *mm*. Les trous de boulons sont forés.

Éclisses en fer de la meilleure qualité.

Sicilianische Eisenbahn-Gesellschaft. Symmetrische einfache Winkellaschen. V Bolzen. Bolzendurchmesser : 25 *mm*. Löc gebohrt.

Laschen aus Eisen bester Qualität.

		G.	l.	I_2.	$\frac{I_2}{l_1''}$.	l_1''.	l_2
Éclisse (Lasche)	extérieure (ässere)	8	488	205	33·4	61·35	48
	intérieure (innere)	11	710	205	33·4	61·35	48

Résistance prescrite F = 3,400 *kg*.

Vorgeschriebene Festigkeit F = 3,400 *kg*.

Ch. de f. de l'État (France). — Les rails bullheaded de 40 *kg* sont réunis par les éclisses coudées en acier fondu. Le poids de la paire d'éclisses est de 19 *kg*. Il y a 4 boulons de 20 *mm* de diamètre. Les trous sont percés au forêt à froid ou au poinçon. Le moment d'inertie de la paire d'éclisses est de 783 cm^4 et le module de résistance 119 cm^3.

Les rails symétriques de 38 *kg* sont réunis par des éclisses plates. Le poids de la paire est de 10·800 *kg*. Les éclisses sont reliées par 4 boulons de 25 *mm* de diamètre.

Les trous sont percés au forêt à froid ou au poinçon.

Le moment d'inertie de la paire est de 134·4 cm^4 et le module de résistance 38 cm^3.

Les rails symétriques de 35 *kg*, type Charentes, sont réunis par des éclisses plates pesant 9 *kg* la paire et quatre boulons de 24 *mm* de diamètre.

Les rails Vignoles de 35 *kg* sont réunis par des éclisses plates pesant 10·2 *kg* la paire et quatre boulons de 25 *mm* de diamètre.

Ch. de f. de Lyon. — Les rails sont posés en porte-à-faux et assemblés par deux éclisses cornières jumelles en acier, fixées sur les traverses de contre-joint par l'intermédiaire de selles et de quatre tire-fond. Il y a 6 boulons de 25 *mm* de diamètre.

Französische Staatsbahnen. — Die Doppe kopfschienen von 40 *kg* sind verbunden dur einfache Winkellaschen aus Gussstahl und vi Bolzen von 25 *mm* Durchmesser. Gewicht p Laschenpaar 19 *kg*. Die Löcher sind kalt gebob oder gestanzt. Der Trägheitsmoment des Lasche paares ist 783 cm^4, der Widerstandsmome 119 cm^3.

Die symmetrischen Schienen von 38 *kg* si verbunden durch flache Laschen ; Gewicht p Paar : 10·8 *kg*. Vier Bolzen von 25 *mm* Durc messer.

Löcher kalt gebohrt oder gestanzt.

Der Trägheitsmoment per Paar ist 134·4 c und der Widerstandsmoment 38 cm^3.

Die symmetrischen Schienen von 35 *kg*, T Charentes, sind verbunden durch flache Lasc wiegend 9 *kg* per Paar, und vier Bolzen 24 *mm* Durchmesser.

Die Vignolsschienen von 35 *kg* sind verbun durch flache Laschen von 10 2 *kg* per Paar, vier Bolzen von 25 *mm* Durchmesser

Paris-Lyon-Mittelmeerbahn. – Schwel der Stoss. Symetrische einfache Winkellas aus Stahl, deren horizontaler Schenkel d vier Tirefonds nieder gehalten wird. 6 Bo von 25 *mm* Durchmesser.

G.	l.	I_2.	$\frac{I_2}{l_1''}$.	l_1''.	l_2''.
15·4	800	185·7	32·7	57·16	36·15
par éclisse (per Lasche).		par éclisse (per Lasche).			

Ch. de f. du Midi (France). — Deux modes d'éclissage :

1° Sur la plus grande partie du réseau, deux éclisses plates symétriques, en acier dur, avec quatre boulons de 20 *mm* de diamètre. Les trous sont forés.

2° Éclisse extérieure renforcée dite plongeante. Les éclisses sont en acier, et il y a 4 boulons de 20 *mm*. Les trous sont forés.

Französische Südbahn. — Zwei Arten von Stossverbindung.

1° Symmetrische Flachlaschen (grössten Theils in Verwendung), aus hartem Stahl mit vier Bolzen von 20 *mm* Durchmesser. Die Löcher sind gebohrt.

2° Aussere nach unten verstärkte Lasche (theilweise in Verwendung). Laschen aus Stahl mit vier Bolzen von 20 *mm* Durchmesser.

		G.		*l*.		I_2.	$\frac{I^2}{l_1''}$.	l_1''.	l_2''.
		ext. (äus.)	int. (inn.)	ext. (äus.)	int. (inn.)	(pour la paire) (per Paar).			
Dimensions des éclisses. (Dimensionen der Laschen.)	1er système. (1. Art.)	5·3	4·3	450	540	119·2	31	38·5	38·5
	2e système. (2. Art.)	8·2	4·3	450	540	491	.	.	.

Ch. de f. Paris à Orléans. — Éclisses en acier demi-dur ayant la forme d'une cornière, dont l'aile se recourbe sous le rail. 4 boulons de 25 *mm* de diamètre.

Eisenbahn Paris-Orléans. — Unter die Schiene herabreichende Winkellaschen aus mittelhartem Stahl.

Vier Bolzen von 25 *mm* Durchmesser.

G = 19 *kg* par paire d'éclisses (per Paar).
I_2 = 746 *kg* — — —

Ch. de f. du Nord. — Éclisses-cornières intérieure et extérieure de 650 *mm* de longueur, assemblées au moyen de 4 boulons de 25 *mm* de diamètre.

Französische Nordbahn. — Aeussere und innere Winkellasche von 650 *mm* Länge. Vier Bolzen von 25 *mm* Durchmesser.

Ch. de f. de l'Ouest. (Französische Westbahn.)

		Nombre. (Anzal.) Diam. (Stärke.) des boulons (der Bolzen).		G. ext. (äus.)	G. int. (inn.)	*l*. ext. (äus.)	*l*. int. (inn.)	I_2 ext. (äus.)	I_2 int. (inn.)	$\frac{I_2}{l_1''}$. ext. (äus.)	$\frac{I_2}{l_1''}$. int. (inn.)
Rails Bullheaded. (Unsymmetrische Dopp.-Kopf-Schiene.)	De part et d'autre des éclisses plongeantes. (Beiderseits herabhängende Laschen.)	4	25	8·0	8·0	460		362·6	362·6	51·1	51·1
Rails à bourr. symétrique. (Symmet. Dopp.-Kopf-Schiene.)	Éclisses extérieures plates. (Aeussere flache Laschen.) Éclisses intérieures plongeantes. (Innere herabhäng. Laschen.)	4	25	4·5	7·57	450	460	59·5	349·9	14·9	49·3
Rails Vignoles. (Vignol-Schiene.)	Éclisses extérieures plates. (Aeussere flache Laschen.) Éclisses intérieures plongeantes (Innere herabhäng. Laschen.)	4	22	4·025	7·930	450	470	66·5	258·8	15·9	39·5

Les trous sont forés. (Löcher gebohrt.)

Ch. de f. de l'État belge. — Les éclisses sont à cornières, en acier doux ou en fer fort. Les trous de boulons sont forés. Il y a quatre boulons de 25 *mm* de diamètre.

Belgische Staatsbahnen. — Brücken Winkellaschen aus weichem Stahl oder gutem Eisen. Die Löcher sind gebohrt. Vier Bolzen von 25 *mm* Durchmesser.

	G.	*l*.	I_2	$\frac{I_2}{l_1''}$.	l_1''.	l_2''.
Éclisse extérieure. (Aüssere Lasche.)	21	730	295·3	44·7	66·1	36·7
— intérieure. (Inner Lasche.).	22	730	302·7	46·3	65·4	37·4

*

F =	minimum pour l'acier (Stahl mind.)	4500	prescrit
	— — le fer (Eisen mind.)	3500	(vorgeschrieben).
D =	minimum pour l'acier (Stahl mind.)	20	prescrit
	— — le fer (Eisen mind.)	20	(vorgeschrieben).

Ch. de f. Hollandais. — Généralement et notamment dans les courbes, des éclisses cornières avec quatre boulons. Dans les parties en alignement, il existe encore quelques sections avec éclisses plates.

Il y a quatre boulons. Les trous sont forés.

Holländische Eisenbahn-Gesellschaft. — Im Allgemeinen und in Curven sind Winkellaschen. In geraden Strecken sind noch einige Theile mit Flachlaschen vorhanden.

Vier Laschen-Bolzen. Die Löcher sind gebohrt.

Ch. de f. égyptiens. (egyptische Eisenbahnen.)

		G. ext. (äus.)	G. int. (inn.)	l. ext. (äus.)	l. int. (inn.)	I_2. ext. (äus.)	I_2. int. (inn.)	$\frac{I_2}{l_1''}$. ext. (äus.)	$\frac{I_2}{l_1''}$. int. (inn.)	l_1''. ext. (äus.)	l_1''. int. (inn.)	l_2''''. ext. (äus.)	l_2''''. int. (inn.)
Type 1 et (und) 2. De part et d'autre des éclisses plates. (Beiders. Flachlaschen.)	4 boulons de 22 2 à 25 5. (4 Bolzen von 22 2 bis 25·5.) Les trous sont percés. (Löcher gestanzt.)	Acier. (Stahl.).	4·75 par éclisse (per Lasche).		4·55		52·4		13·6		38·5		38·5
Type 3. De part et d'autre des éclisses plates. (Beiders. Flachlaschen.)		Fer (Eisen.) . .		.			67·9		16·6		41		41
Type 4. Éclisse plate à l'intérieur. Eclisse-cornière à l'extérieur. (Innen Flachlasche. Aussen Winkellasche.) . .		Acier. (Stahl.).	9·4	.	550	500	158·5	86·5	29·2	20·6	54.23	42·00	34·77	42·0
Type 5. Éclisses-cornières de part et d'autre. (Beiders. Winkellaschen.)		Acier. (Stahl.).	9·4		550		158·5		29·2		54·23		34·77

F =	4500 à (bis) 5500	D'après les prescriptions pour l'acier.
C =	30 au moins (mindestens)	
D =	20 à (bis) 28	(Für Stahl vorgeschrieben.)

Ch. de f. de l'État russe. Saint-Pétersbourg à Varsovie. — L'assemblage des rails se compose de :

a) 2 éclisses-cornières en fer laminé de 584 *mm* de longueur et 18 *mm* d'épaisseur, pesant 8·19 *kg* pièce. Les trous des boulons sont percés;

b) 4 boulons de 111 *mm*. de longueur, 22 *mm* de diamètre et pesant 0·545 *kg*;

c) 2 selles ayant 178 *mm* de long, 178 de large, 14 *mm* d'épaisseur et pesant pièce 3·276 *kg*;

d) 8 crampons de 150 *mm* de longueur, de 15/15 *mm* de section et pesant pièce 0·262 *kg*.

Depuis peu on emploie, pour empêcher le desserrage des écrous, des contre-écrous Mitens en fibre vulcanisée. Les trous dans les selles sont forés.

Russische Staatsbahnen (Petersburs-Varschau). — Die Stossverbindung besteht aus :

a) 2 Winkellaschen von 18 *mm* starkem und 584 *mm* langem gewalztem Eisen, wiegend 8·19 *kg* per Lasche. Die Bolzenlöcher sind, gestanzt;

b) 4 Bolzen von 111 *mm* Länge, 22 *mm* stark und 0·545 *kg* schwer ;

c) 2 Unterlagen, 178 *mm* lang, 178 *mm* breit, 14 *mm* dick ; Gewicht : je 3·276 *kg*;

d) 8 Nägeln von 150 *mm* Länge, einem Querschitt von 15/15 *mm* ; Gewicht : 0·262 *kg*.

Seit Kurzem sind zur Vermeidung des Losdrehens der Schraubenmuttern, Gegenmuttern von Mitens aus gehärtetem Materiale in Verwendung. Die Löcher in den Unterlagen sind gebohrt.

6° *Ballast et sous-sol.*

la matière du ballast (sa nature et
lonnées accessoires relatives à sa

—

. **du Nord Empereur Ferdinand.**
la longueur de la ligne a un ballast
ion tamisé ; 53 °/₀ de la longueur a
n gravier de rivière ou de carrière
8 °/₀ de la longueur a un ballast en
oncassées.

v. austro-hongroise des ch. de
t. — Pierrailles concassées ou gra-
ère. Le gravier de carrière ne s'est
nporté parce qu'il offre trop peu de
ix déplacements de la superstructure.
ucoup de cas, on a dû ajouter du

(Autriche). — Gravier ordinaire
ou gravier de rivière, ou pierrailles

. **du Gothard.** — Le ballast et le
ssent en général peu ou point à

Méridionaux (réseau Adriatique).
t se compose de gravier de rivière,
amisé de carrière, et aussi de pier-
issées.

italien de la Méditerranée. —
blé et pierrailles. La question ne
ir de réponse précise à cause de la
conditions des différentes lignes.

. **de l'État français.** — Le ballast
es lignes, et même sur la même ligne.
le, en gravier, ou en pierre cassée.
t siliceux et provient des carrières
; le voisinage des lignes. Le gravier
t des dunes de la mer, soit du lit des
(Loire, Sèvres, etc.), soit d'anciens
s d'eau.
cassée est siliceuse, granitique ou
rovient des carrières situées à proxi-
nes. Elle est cassée de manière à
ser dans un anneau de 6 *cm* de dia-
e est, au moment de son emploi,
terres, de matières étrangères et de

6° *Bettung und Untergrund.*

Es sind anzugeben :

Bettungsmaterial (Gattung und nähere Bezeichnung der Qualität desselben).

—

Kaiser Ferdinands-Nordbahn. — Die Bettung besteht bei : 19 °/₀ der currenten Gleislänge aus ungesiebtem ; 53 °/₀ der currenten Gleislänge aus gesiebtem Fluss- bzw. Grubenschotter und bei 28 °/₀ der currenten Gleislänge aus Schlägelschotter.

Privilegirte österr.-ungar. Staats-Eisenbahn-Gesellschaft. — Schlägelschotter oder Grubenschotter. Gereuterter Grubenschotter hat sich nicht bewährt, da er zu wenig Widerstand gegen Verschiebungen des Oberbaues ausübt. In vielen Fällen musste Sand beigemengt werden.

Oesterreichische Südbahn. — Geworfener Gruben- oder Flussschotter und Schlägelschotter.

Gotthard-Bahn. — Bettung und Untergrund lassen im Allgemeinen wenig oder nichts zu wünschen übrig.

Adriatisches Netz der italienischen Südbahn. — Die Bettung besteht aus Flusskies, gesiebtem Grubenschotter oder auch aus Steinschlag.

Italienische Mittelmeerbahn. — Gesiebter und Schlägelschotter. Die Frage kann bei der Verschiedenheit der einzelnen Linien nicht genau beantwortet werden.

Französische Staatsbahnen. — Die Bettung ist auf den einzelnen Linien, und selbst auf ein und derselben Linie verschieden. Sie besteht aus Sand, Kies oder Steinschlag. Der Sand ist kieselig und stammt aus den an der Linie liegenden Steinbrüchen. Der Kies kommt theils von den Meeresdünen, theils von den Flussbetten der Loire, Sèvres u. s. w., theils aus alten Flussläufen. Der Steinschlag besteht aus Kiesel, Granit oder Kalkstein und kommt aus den an der Bahn liegenden Steinbrüchen. Er ist so hergestellt, dass er einen Ring von 6 *cm* Durchmesser passiren kann. Er ist zur Zeit der Verwendung von Erde und fremden Bestandtheilen frei, sowie

bris de cassage ayant moins de 2 *cm* sur leur
ıs petite dimension.

Paris à Lyon et à la Méditerranée. —
ı ballast choisi de préférence est de la pierre
sée.

Ch. de f. du Midi (France). — Le ballast
compose le plus généralement de gravier et
sable purs, exempts de matières terreuses et
barrassés de tous les cailloux, quelle qu'en
it la proportion, ayant plus de 8 *cm* de plus
ande dimension. La pierre cassée à l'anneau
6 *cm* est également employée sur certaines
nes.

Ch. de f. de Paris à Orléans. — Ballast
sable de rivière, en sable de carrière ou en
erres cassées.

Ch. de f. du Nord (France). — On emploie,
on les ressources des régions considérées, le
tier dur non vitreux, le caillou anguleux pur
mélangé de menu gravier, la pierre dure
sée, toute espèce de ballast qui au bout de
u temps deviennent fixes par l'enchevêtrement
leurs éléments, tout en laissant passer l'eau.

Ch. de f. de l'Ouest (France). — Le choix
ı ballast est généralement imposé par la situa-
n des carrières. On emploie comme ballast du
lle mélangé de gravier et cailloux, soit tout
nant, soit criblé, mais de préférence du grès dur
sé et passé à l'anneau de 6 *cm*.

Ch. de f. de l'État belge. — Le ballast
néralement employé est celui formé de pier-
illes composées de préférence de grès ou de
phyre provenant des déchets de la fabrication
s pavés.

Ch. de f. Hollandais. — Le ballast se com-
se d'une couche de sable pur et en dessous
e couche de gravier de 10 à 15 *cm* d'épais-
ur.

Ch. de f. égyptien. — Il n'y a à proprement
rler, en Égypte, de fondation de ballast que
r de très-faibles longueurs. La ligne de Benha-
mallia (35 *km* a double voie, 80 *km* à simple
ie) est la seule sur laquelle on a mis en œuvre
ne couche effective de ballast. On a employé par
ètre courant de voie 0·8 m^3 de gravier. Tout
reste du réseau est posé sur le sol ordinaire,
l'exception d'environ 60 *km* de ligne à double

auch von den Ueberresten, deren kleinste Dim
sion weniger als 2 *cm* beträgt.

Paris-Lyon-Mittelmeerbahn. — Das v
zugsweise verwendete Bettungsmaterial ist Sch
gelschotter.

Französische Südbahn. — Die Bettung
steht im Allgemeinen aus Kies und reinem Sa
welcher von erdigen Bestandtheilen und al
Steinen befreit ist, die grössere Dimensionen
8 *cm* besitzen. Steinschlag in der Grösse von 6
ist gleichfalls auf gewissen Linien in Anw
dung.

Eisenbahn Paris-Orléans. — Die Bett
besteht aus Flusssand, Grubensand oder St
slag.

Französische Nordbahn. — Je nach d
Fundorte werden verwendet: Harte, nicht g
sige Schlacke, eckige Steine, rein oder geme
mit feinem Kies, harter Schlägelschotter, u
zwar durchwegs Material, welches nach kur
Zeit fest wird und dabei doch wasserdurchlä
bleibt.

Französische Westbahn. — Je nach d
Lage der Brüche werden verwendet: Sand
mischt mit Kies und Steinschlag, ungesi
und gesiebt, vorzugsweise aber harter, zersch
gener Kalkstein, der 6 *cm* weite Maschen pass
hat.

Belgische Staatsbahnen. — Im Allgemein
wird Schlägelschotter angewendet, welcher v
nehmlich aus Sandstein und Porphyr beste
und von den Abfällen der Pflasterstein-Erzeugu
herstammt.

Holländische Eisenbahn-Gesellschaft.
Die Bettung besteht aus reinem Sand, mit ei
darunter befindlichen 10 bis 15 *cm* starken Ki
lage.

Egyptische Eisenbahnen. — Eine eige
liche Bettung ist in Egypten nur auf eine s
kleine Länge ausgeführt. Die Linie Benha-Ism
lia (35 *km* zweigeleisig und 80 *km* eingleisig)
die einzige, auf welcher eine thatsächlige Bettu
ausgeführt wurde. Es wurden 0·8 m^3 Kies
Meter einfaches Gleis verwendet. Mit Ausnah
von etwa 60 *km* doppelgleisiger Bahn, welche
Ganzen mit Sand und Steinschlag unterbe

a reçu une fondation en sable et en
.

ɜ f. de l'État russe (Saint-Péters-Varsovie). — Dans toute l'étendue des ncipales, le ballast consiste en quartz à ns mélangé en abondance de gravier. section de Saint-Pétersbourg-Gatchina, ɜ de ballast est couverte de blocailles ɔécher la formation de la poussière au les convois.

wurden, sind die übrigen Strecken auf den aufgeschwemmten Boden verlegt worden.

Russische Staatsbahnen (Petersburg-Warschau). — Das Schotterbett besteht durchwegs aus grobkörnigem, reichlich mit Kies gemengtem Quarz.

In der Strecke Sanct-Petersburg-Gatschina ist die Schotterlage mit Bruchstein bedeckt um die Staubbildung während der Fahrt der Züge zu vermeiden.

ıer l'épaisseur de la couche de ballast ıs de la face inférieure des traverses.

—

ı **f. du Nord Empereur Ferdinand.** ı·24 *m*.

riv. austro-hongroise des ch. de f. t. — 0·24 *m*.

hn (Autriche). — 0·30 *m*.

ɜ **f. Méridionaux (réseau Adria-** — L'épaisseur de la couche de ballast 0·5 *m*, dont 0.25 *m* en dessous des
.

ɪ italien de la Méditerranée. — 0·2 *m*.

ɜ **f. de l'État français.** — L'épais- ɜ couche de ballast au-dessous de la face ɜ des traverses varie. Actuellement, e avec les traverses en bois 0·22 à Avec les traverses métalliques, 0·40 *m*.

ɜ **f. du Midi (France).** — 0·20 *m*.

ɜ **f. de Paris à Orléans.** — 0·30 *m* num.

ɜ **f. du Nord (France).** — La plate- ɜ terrassements se trouve dans le profil ı 0·50 *cm* en dessous du niveau supérails.

ɜ **f. de l'Ouest (France).** — 0·25 à

ɜ **f. de l'État belge.** — En moyenne,

ɜ **f. Hollandais.** — Dans les parties de le corps de la route n'est pas du sable

Es sind anzugeben : Stärke der Bettung *unter Schwellenunterkante.*

—

Kaiser Ferdinands-Nordbahn. — 0·1 bis 0·24 *m*.

Privilegirte österr.-ungar. Staats-Eisenbahn-Gesellschaft. — 0·24 *m*.

Oesterreichische Südbahn. — 0·30 *m*.

Adriatisches Netz der italienischen Südbahn. — Die Stärke der Bettung beträgt 0·5 *m* ; hievon 0·25 *m* unter der Schwelle.

Italienische Mittelmeerbahn. — Ungefähr 0·2 *m*.

Französische Staatsbahnen. — Verschieden. Gegenwärtig bei Holzschwellenoberbau 0·22 bis 0·25 *m*.
Bei eisernem Oberbau 0·40 *m*.

Französische Südbahn. — 0·20 *m*.

Eisenbahn Paris-Orléans. — Mindestens 0·30 *m*.

Französische Nordbahn. — Das Bahnplanum liegt normal 50 *cm* unter der Schienenoberkante.

Französische Westbahn. — 0·25 bis 0·30 *cm*.

Belgische Staatsbahnen. — Im Mittel 0·34 *m*.

Holländische Eisenbahn-Gesellschaft. — In denjenigen Bahntheilen, bei welchen der Trag-

pur, on donne à la couche de ballast une épaisseur de 0.6 *m* en dessous du niveau supérieur des rails.

Ch. de f. égyptiens. — 0.10 *m*.

Ch. de f. de l'État russe (Saint-Pétersbourg à Varsovie). — 0·364 *m*.

körper nicht reiner Sand ist, beträgt die Stär der Bettung 0·6 *m* unter Schienenniveau.

Egyptische Eisenbahnen. — 0·10 *m*.

Russische Staatsbahnen (Petersburg-Wa schau). — 0·364 *m*.

Données relatives au ballast et au sous-sol au point de vue de leur assèchement ou de leur perméabilité.

—

Ch. de f. du Nord Empereur Ferdinand. — Sous-sol presque partout imperméable; sec dans tous les remblais et dans la plupart des tranchées.

Soc. priv. austro-hongroise des ch. de f. de l'État. — L'écoulement de l'eau n'est pas gêné par des banquettes en terre. Dans les terrains argileux humides, on assure l'assèchement au moyen de fossés remplis de pierres.

Sudbahn (Autriche). — Le sous-sol doit être conservé dans un bon état d'assèchement. Lorsque ses conditions sont défavorables, il faut prendre des dispositions pour l'assécher.

Ch. de f. Méridionaux (réseau Adriatique). — Les qualités de la couche de ballast sont très variables, de même que sa dureté, parce qu'on cherche à utiliser le gravier ou la pierraille qu'on trouve dans le voisinage de la ligne.

La nature du sous-sol est aussi très variable.

Ch. de f. du Midi (France). — Le sous-sol est de qualité très variable; il se compose, selon les cas, de terre végétale, terre glaise, argile, sable ou rocher.

Ch. de f. du Nord (France). — Lorsque le sous-sol est glaiseux, on augmente la couche de ballast. Mais on préfère généralement assainir le sous-sol au moyen de drains, de pierrées et de fossés profonds, lesquels assurent l'écoulement des eaux et empêchent les gonflements de la plate-forme.

Ch. de f. de l'Ouest (France). — Avec la pierre cassée dure et non gélive, soit du caillou roulé, on peut remédier au défaut de perméabi-

Angaben über Bettung und Untergru hinsichtlich der Trockenheit und Durchl sigkeit.

—

Kaiser Ferdinands Nordbahn. — Unt grund fast durchwegs *undurchlässig*; auf all Dämmen und in den meisten Einschnitten tro ken.

Privilegirte österr.-ungar. Staats-Eise bahn-Gesellschaft. — Die Entwässerung wi durch keine Erdbankette behindert, Bei lettigen nassem Untergrund werden Entwässerungen mi telst Sickerschlitzen, etc., angeordnet.

Oesterreichische Südbahn. — Der Unte grund muss *stets trocken* gehalten werden. Be ungünstigen Bodenverhältnissen werden Entwäs serungsanlagen gemacht.

Adriatisches Netz der italienischen Süd bahn. — Die Beschaffenheit der Bettung ist seh variabel, ebenso wie die Härte, da man ja imme den Kies oder Schotter zu verwenden trachtet über den man in der Nähe der Linie verfügt. Di Natur des Untergrundes ist ebenfalls sehr va riabel.

Französische Südbahn. — Der Untergru ist von sehr verschiedener Beschaffenheit; er be steht je nachdem aus gewachsener Erde, Tho lettigem Sand oder Felsen.

Französische Nordbahn. — Bei thonige und quelligem Untergrund wird die Mächtigk der Bettung manchmal verstärkt; man zieht aber vor, den Untergrund durch Drains, Ste schlitze und tiefe Gräben zu saniren.

Französische Westbahn. — Mit hart nicht verwittertem Steinschlag, oder durch worfenem Kies, kann man dem Mangel

lité du sous-sol, surtout si on draine préalablement la plate-forme.

Ch. de f. de l'État belge. — Le ballast en pierrailles est parfaitement perméable et contribue à rendre la voie stable et résistante.

L'épaisseur de la couche de ballast est augmentée si le sous-sol est humide.

Ch. de f. Hollandais. — Le sous-sol est, sur environ 10 *km* de longueur, sablonneux; dans le restant de la ligne, il est tourbeux.

Ch. de f. de l'État russe (Saint-Pétersbourg à Varsovie). — La qualité du ballast, en comparaison de celui des autres chemins de fer russes, est reconnue comme meilleure. Le ballast est parfaitement perméable; on n'a pas essayé de le remplacer par un autre de qualité supérieure.

Le sous-sol de la ligne, dans sa partie du nord, c'est-à-dire à partir de Saint-Pétersbourg jusqu'à la 560e verste, consiste principalement en argile; dans la partie du sud, c'est-à-dire à partir de la 560e verste jusqu'à Varsovie et Wergebolovo, le sous-sol est principalement sablonneux.

Durchlässigkeit des Untergrundes abhelfen, besonders wenn man vorher das Planum entwässert.

Belgische Staatsbahnen. — Die Bettung aus Schlägelschotter ist vollkommen durchlässig und trägt dazu bei, das Gleis stabil und widerstandsfähig zu machen.

Die Stärke des Schotterbettes wird bei nassem Untergrunde erhöht.

Holländische Eisenbahn-Gesellschaft. — Der Untergrund ist auf etwa 10 *km* der Bahnlänge sandig, und in dem übrigen Theil torfhaltig.

Russische Staatsbahnen (Petersburg-Warschau). — Die Beschaffenheit des Schotters ist im Vergleich zu jener bei anderen russischen Bahnen als eine bessere anerkannt. Die Bettung ist vollkommen durchlässig und wurde kein Versuch gemacht, dieselbe durch ein besseres Material zu ersetzen.

Der Untergrund ist im nördlichen Theil (bis 560 Werst von Saint-Petersburg) thonig, im südlichen Theile (bis auf 560 Werst von Warschau) sandig.

Résistance à la compression.

—

Ch. de f. du Nord (France). — On n'a pas fait d'expériences à ce sujet Mais on estime que la résistance du ballast dont on dispose est suffisante.

Ch. de f. de l'Ouest (France). — On n'a pas fait d'expériences à ce sujet, mais avec les matériaux employés comme ballast, on obtient une bonne résistance sitôt que la voie a pris son assiette.

Widerstandsfähigkeit gegen Druck.

—

Französische Nordbahn. — Hierüber sind keine Versuche gemacht worden, aber man hält den Widerstand des in Verwendung stehenden Bettungsmaterials für genügend.

Französische Westbahn. — Hierüber wurden keine Versuche gemacht; mit den genannten Bettungsmaterialien erhält man eine gute Widerstandsfähigkeit, sobald das Gleis seine Lage gut angenommen hat.

Renseigner, en outre, si on a principalement des remblais ou des tranchées.

—

Ch. de f. du Nord Empereur Ferdinand. — 76 % de la ligne en remblais, 24 % de la ligne en tranchées.

Environ le quart des tranchées sont humides.

Soc. priv. austro-hongroise des ch. de f.

Ferner ob vorwiegend Dämme oder Einschnitte vorhanden sind.

—

Kaiser Ferdinands-Nordbahn. — 76 % der currenten *Bahn*länge Dämme; 24 % der currenten *Bahn*länge Einschnitte; ungefähr der vierte Theil aller Einschnitte *ist nass*.

Privilegirte österr.-ungar. Staats-Eisen-

de l'État. — Les remblais dominent de beaucoup.

Sudbahn (Autriche). — Remblais et tranchées se succèdent continuellement.

Ch. de f. du Nord (France). — L'ensemble des tranchées a une longueur très analogue à l'ensemble des remblais.

Ch. de f. de l'Ouest (France). — La prédominance des remblais ou des déblais varie avec les lignes.

Ch. de f. Hollandais. — Les remblais sont de beaucoup plus nombreux.

Ch. de f. de l'État russe (Saint-Pétersbourg à Varsovie). — 29 °/o en déblais, 71 °/o en remblais.

bahn-Gesellschaft. — Dämme sind weitaus vorwiegend.

Oesterreichische Südbahn. — Dämme und Einschnitte kommen abwechselnd vor.

Französische Nordbahn. — Die Gesammtheit der Einschnitte kommt der Gesammtheit der Dämme ziemlich gleich.

Französische Westbahn. — Das Vorwiegen der Dämme oder Einschnitte schwankt je nach den verschiedenen Linien.

Holländische Eisenbahn-Gesellschaft. Dämme sind weitaus vorwiegend.

Russische Staatsbahnen (Petersburg-Warschau). — 29 °/o Einschnitte; 71 °/o Dämme.

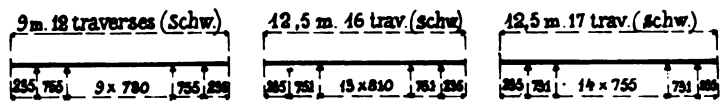
7° *Longueur des rails et répartition des traverses.*

[A indiquer de préférence au moyen de croquis]

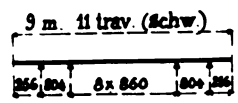
7° *Schwelleneintheilung und Schienenlänge.*

[Am besten durch eine Skizze zu geben.]

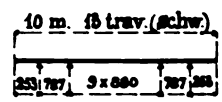
Ch. de f. du Nord Empereur Ferdinand. (Kaiser Ferdinands-Nordbahn.)



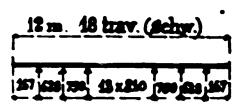
Soc. priv. austro-hongroise des ch. de f. de l'État. (Oesterr.-ung. Staats-Eisenb.-Gesellsch.



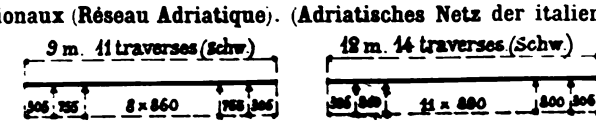
Südbahn (Autriche). (Oesterreichische Südbahn.)



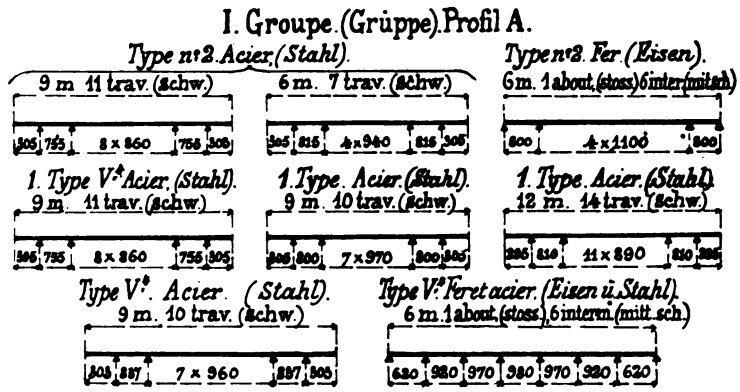
Ch. de fer du Saint-Gothard. (Gotthard-Bahn.)



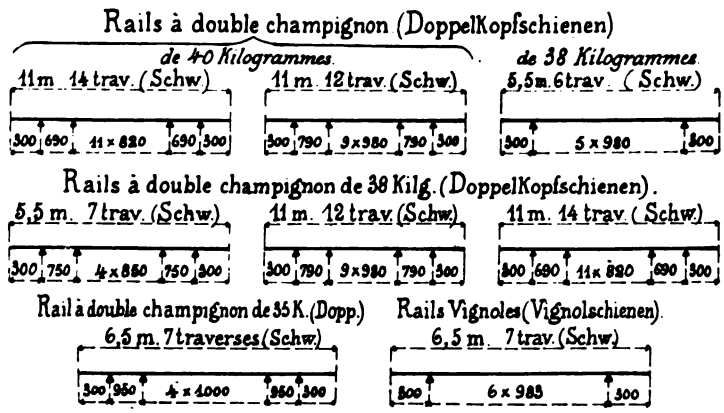
Ch. de f. Méridionaux (Réseau Adriatique). (Adriatisches Netz der italienischen Südbahn



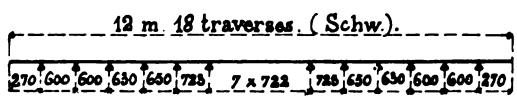
Réseau italien de la Méditerranée. (Italienische Mittelmeerbahn.)



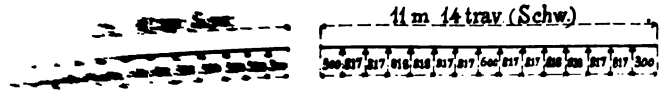
Ch. de f. de l'État français. (Französische Staatsbahnen.)



Paris à Lyon et à la Méditerranée. (Paris-Lyon-Mittelmeerbahn.)



[illegible] France. (Französische Südbahn.)



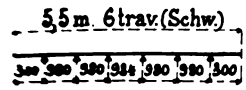
Diese Type wird verwendet :

1° In starken Neigungen ;

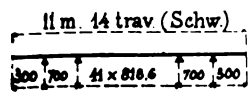
2° In Curven mit kleinem Radius.

[illegible] sont [illegible] de [illegible] on [illegible] deux

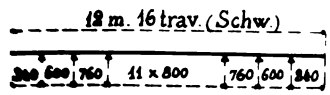
Die beiden Schwellen in der Schienenmitte sind wie jene an den Stössen 600 *mm* entfernt, damit im Falle eines Bruches eine 11 *m* lange Schiene rasch durch zwei 5·5 *m* lange Schienen ersetzt werden kann.



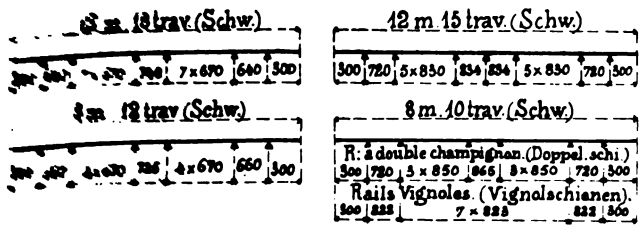
[illegible] Paris à Orléans. (Eisenbahn Paris-Orléans.)



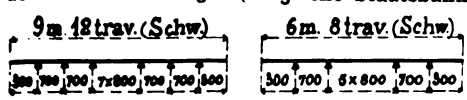
[illegible] du Nord (France). (Französische Nordbahn.)



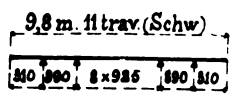
[illegible] de l'Ouest (France). (Französische Westbahn.)



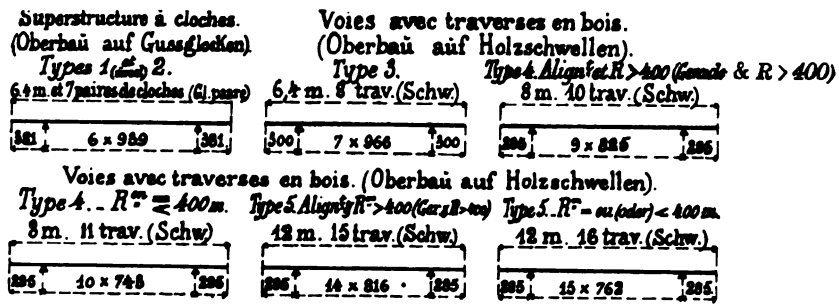
[illegible] de f. de l'État belge. (Belgische Staatsbahnen.)



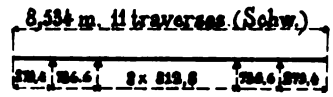
[illegible] de f. Hollandais. (Holländische Eisenbahn-Gesellschaft.



Ch. de f. égyptiens. (Egyptische Eisenbahnen.)



Ch. de f. de l'État russe (Saint-Pétersbourg à Varsovie).
[Russische Staatsbahnen (Petersburg-Warschau).]



IV. — Entretien de la voie.

1° *Fréquence des réparations à la voie.*

Indiquer combien de fois en moyenne par an chaque voie est redressée; de plus, si le redressement a principalement pour but de rétablir la voie à son niveau ou de la rétablir dans son alignement.

—

Ch. de f. du Nord Empereur Ferdinand. — Pour l'ensemble des lignes, la voie est, en moyenne, redressée deux fois par an. Les redressements ont surtout pour objet le rétablissement du niveau de la voie.

Soc priv. austro-hongroise des ch. de f. de l'État. — Abstraction faite des petites réparations, il y a annuellement 25 à 30 °/o du réseau redressé, de sorte que chaque partie de voie éprouve un redressement à fond tous les trois ans et, au plus tard, tous les quatre ans.

Sudbahn (Autriche). — En règle générale, les sections de voie qui ont éprouvé un redressement à fond de la superstructure se maintiennent pendant deux ans.

IV. — Erhaltung des Gleises.

1° *Häufigkeit der Gleisreparatur.*

Es ist anzugeben, wie viele Male im Jahresdurchschnitte jede Gleisstelle regulirt wird; ferner ob die Regulirungen hauptsächlich die Wiederherstellung des Niveaus, oder die Wiederherstellung der Richtung betreffen.

—

Kaiser Ferdinands-Nordbahn. — Im Gesammtdurchschnitt jährlich *zweimal*. Die Regulirungen betreffen hauptsächlich die Wiederherstellung des Niveaus.

Privilegirte österr.-ungar. Staats-Eisenbahn-Gesellschaft. — Abgesehen von kleinen Reparaturen jährlich 25 °/o *bis* 30 °/o *des Gesammtbestandes*, so dass jede einzelne Stelle jedes *dritte*, spätestens jedes *vierte* Jahr gründlich in Stand gesetzt werden muss.

Oesterreichische Südbahn. — In der Regel halten Bahnstellen, wo eine gründliche Regulirung des Oberbaues stattfand, auf Schnellzugstrecken einen Zeitraum von *zwei Jahren* aus.

Ch. de f. Méridionaux (réseau Adriatique). — Depuis 1892, on applique le système des *revisions générales*. L'intervalle entre deux de ces revisions est de un ou deux ans, suivant l'importance de la circulation sur la ligne.

Il ne faut pas perdre de vue qu'il y a toujours, malgré cela, de petites réparations à faire.

Ch. de f. de l'État français. — L'entretien des voies est surtout assuré par aménagement, c'est-à-dire par revisions générales périodiques.

La revision générale est commencée chaque année le 15 mars au plus tard, elle est continuée sans interruption jusqu'aux grandes chaleurs et, en tout cas, au moins jusqu'au 15 juin; elle est reprise du 1er au 15 septembre et se continue au moins jusqu'au 15 novembre. Pendant les périodes fixées pour son exécution, la revision générale est poursuivie, autant que possible, sans interruption et en suivant les cantons d'un bout à l'autre.

Au commencement de chaque campagne, le travail est repris au point où il a été interrompu à la fin de la campagne précédente.

Dans la revision générale, la voie est mise en parfait état, de manière qu'elle puisse rester le plus longtemps possible sans qu'on ait besoin d'y revenir.

La durée d'une revision complète des lignes et les travaux qui sont exécutés pendant celle-ci varient selon l'âge et la fréquentation des voies. Dans tous les cas, les traverses qui doivent atteindre leur limite d'usage dans le délai d'un an, les coussinets et les tire-fond sont mis hors de service, les boulons d'éclisses dont les filets sont usés sont remplacés; le dressage des rails et le bourrage des traverses sont vérifiés avec soin et refaits en grand partout où le nivellement ou la stabilité de la voie laissent à désirer; le ballast est purgé de toutes les racines qu'il renferme.

Ch. de f. du Nord (France). — Lorsqu'une voie est entretenue par le système auquel nous

Adriatisches Netz der italienischen Sü bahn. — Seit 1892 ist das System *der allgeme nen Revision* angenommen worden. Mit Rüc sicht auf die Verkehrsdichte der in Betrac gezogenen Linien wechselt der Zeitraum die Revisionen, und beträgt theils *ein*, theils *zw Jahre*.

Es kommt jedoch immer vor, dass einige klei Reparaturen vorgenommen werden müssen.

Französische Staatsbahnen. — Die Unt haltung der Bahn ist vornehmlich durch wirtschaftliches Gebahren, das heisst durch *gemeine periodische Revisionen* gesichert.

Die allgemeine Revision beginnt jährlich 15. März oder später, und wird ohne Unterb chung bis zum Eintritt grosser Hitze fortgeset jedenfalls mindestens bis zum 15. Juni. Sie wi am 1. oder 15. September wieder aufgenomm und mindestens bis 15. November fortgesetzt.

Während dieser bestimmten Perioden wird allgemeine Revision so viel als möglich ol Unterbrechung betrieben, und werden die Bah bezirke von einem Ende zum andern durchg gangen.

Bei Beginn einer jeden Campagne wird Arbeit an jenem Punkte wieder aufgenomme an welchem sie beim Ende der vorhergehend Campagne unterbrochen wurde.

Bei der allgemeinen Revision wird das Gl derart in vollkommenen Stand gesetzt, dass es lange als möglich liegen bleiben kann, ohne da es nothwendig wird wieder darauf zurückzuko men.

Die Dauer einer vollständigen Revision d Linien und die während derselben auszuführende Arbeiten wechseln je nach dem Alter und d Frequenz des Gleises. In jedem Falle werden d Schwellen, welche während der Frist eines Jahr die Grenze ihrer Ausnutzung erreichen, die dient untauglichen Stühle und Tirefonds, sowie d Laschenbolzen, deren Gewinde ausgenutzt sin ausgewechselt; die Richtung der Schienen un die Unterstopfung der Schwellen werden sorgfälti geprüft, und wo es die Höhenlage oder die Stab lität des Gleises wünschenswerth macht, nach gebessert; auch wird die Bettung von allen in il enthaltenen Wurzeln gereinigt.

Französische Nordbahn. — Bei der Unte haltung nach dem System der fliegenden Rotte

donnons le nom de voltige, il n'est pas possible d'indiquer combien de fois par an la voie est redressée.

Si l'on emploie la méthode dite de revision méthodique, on ne rétablit la voie qu'une fois tous les ans, ou tous les deux ans, ou même tous les trois ans, suivant son âge, sa fréquentation et sa nature.

Ch. de f. de l'Ouest (France). — On emploie le système que l'on nomme « entretien en recherche ou en voltige ». Il consiste à réparer les rails sur des points isolés, ou d'une étendue plus ou moins grande, lorsqu'il se produit, soit normalement, soit fortuitement, des défectuosités d'une certaine importance.

Il n'est pas facile d'indiquer combien de fois en moyenne, par an, chaque voie est redressée. Ce chiffre est essentiellement variable et dépend de l'importance du trafic, du profil de la ligne, de l'âge des matériaux, de la qualité du ballast, de la nature du sous-sol, etc., etc.

En général, nous n'avons à rétablir la voie à son niveau qu'au droit des joints, qui tendent à s'abaisser plus que le reste de la voie.

Dans certaines pentes de grande longueur, les équipes ont à rétablir assez fréquemment l'alignement normal de la voie.

Ch. de f. de l'État belge. — Le redressement général de la voie se fait, en moyenne, une fois par an.

Les redressements ont pour but de rétablir la voie à son niveau et de la rétablir en même temps dans son alignement.

Ch. de f. Hollandais. — Au moins deux fois par an.

Les travaux accessoires ont principalement pour but de remettre la voie à son niveau.

Ch. de f. égyptiens. — Par suite de l'absence d'une fondation en ballast et du niveau élevé de l'eau dans les fossés latéraux, la voie perd très facilement son niveau et son profil ; ceci provient aussi des locomotives employées.

Au surplus, il est impossible de fournir des données particulières sur ce point.

Ch. de f. de l'État russe (Saint-Péters-

kann nicht angegeben werden, wie oft das Geleise jährlich reparirt wird.

Wenn das System der Hauptrevisionen angewandt wird, so beträgt das Zeitintervall hiefür 1, 2 und auch 3 Jahre, je nach dem Alter des Gleises, je nach seiner Frequenz und Beschaffenheit.

Französische Westbahn. — Es is das *System der fallweisen Reparatur* in Anwendung, wobei die Schienen entweder an einzelnen Punkten, oder in grösserer oder kleinerer Ausdehnung gerichtet werden, sobald normaler Weise oder zufällig Mängel von einer gewissen Bedeutung entstehen.

Es ist nicht leicht anzugeben, wieviele Male im Mittel jährlich jedes Gleis nachgebessert wird. Diese Ziffer schwankt wesentlich und hängt von der Bedeutung des Verkehres, vom Längenprofil der Linie, vom Alter des Materiales, von der Beschaffenheit der Bettung, von der Natur des Untergrundes u. s. w. ab.

Im Allgemeinen ist das Gleis nur an den Stössen nachzubessern, welche sich mehr als die übrigen Theile des Gleises zu senken suchen.

In gewissen Gefällen von grosser Länge ist häufig die Richtung des Gleises wieder herzustellen.

Belgische Staatsbahnen. — Die allgemeinen Regulirungsarbeiten des Gleises erfolgen im Mittel *einmal* jährlich.

Dieselben bezwecken die Wiederherstellung des *Niveaus* und der *Richtung* zugleich.

Holländische Eisenbahn-Gesellschaft. — Mindestens *zweimal* im Jahre.

Die Nacharbeiten bezwecken hauptsächlich die Wiederherstellung des *Niveaus*.

Egyptische Eisenbahnen. — Bei dem Mangel einer Unterschottung und dem hohen Wasserstand der Seitencanäle, verliert das Gleis sehr leicht seine Höhenlage und Richtung ; überdies hängt dies auch von den Locomotiven ab, welche darüber verkehren.

Irgend eine besondere Angabe kann hierüber nicht gemacht werden.

Russische Staatsbahnen (Petersburg-War-

bourg à Varsovie). — La voie est redressée selon les besoins ; le redressement total de la voie, soi-disant par sections, n'est pas encore en usage.

On n'a pas de données statistiques définissant le chiffre exact des réparations de chaque verste par an, mais on peut admettre en moyenne que la réparation des pentes (du profil longitudinal et transversal de la voie) ne se fait pas moins de trois fois par an et notamment aux réparations de printemps, aussitôt après le changement des traverses et aux réparations d'automne ; quant au rétablissement de l'alignement de la voie, il ne se fait pas moins de quatre fois par an.

schau). — Die Gleisreparatur wird je nach Bedarf vorgenommen ; eine Gesammtreparatur der Bahn (*par piquet*) ist noch nicht in Anwendung.

Es liegen keine exacten statistischen Daten über die Reparatur jeder einzelnen Werst vor ; im Allgemeinen kann man jedoch annehmen, dass die Reparatur in Gefällen jährlich nicht weniger oft als dreimal erfolgt und zwar im Frühjahr, nach Auswechslung der Schwellen und im Herbste. Was die Wiederherstellung der Richtung betrifft, so erfolgt selbe mindestens viermal järlich.

2° Coût de l'entretien.

La dépense annuelle d'entretien de la voie par mètre courant sera donnée à la fois en espèces et en journées.

—

Ch. de f. du Nord Empereur Ferdinand. — En moyenne, pour l'ensemble, 10·4 kreutzers et 0·15 journée.

(En salaires d'ouvrier, à l'exclusion des matériaux pour la voie courante.)

Soc. priv. austro-hongroise des ch. de f. de l'État. — En moyenne, pour l'ensemble, 15 kreutzers et 0·18 journée.

(En salaires, à l'exclusion de tous matériaux.)

Sudbahn (Autriche). — Coût au mètre courant d'un renouvellement de voie : 50 kreutzers et 0·2 journée.

Ch. de f. Méridionaux (réseau Adriatique). — En moyenne, pour l'ensemble de la ligne, 33 kreutzers et 0·36 à 0·4 journée.

Les dépenses annuelles du travail d'entretien des voies sont variables ; on peut prendre cependant comme moyenne 700 francs par kilomètre et 360 à 400 journées.

Ch. de f. de l'État français. — Les dépenses d'entretien en salaires varient, d'après les lignes, entre 15 et 64 kreutzers (0·305 et 1·348 franc). Il est impossible de déduire des données qu'on possède une moyenne pour l'ensemble.

2° Kosten der Gleisunterhaltung.

Die Gleisuuterhaltungskosten *jährlich pro curr. m. Gleis* sind in Geld und Tagschichten anzugeben.

—

Kaiser Ferdinands-Nordbahn. — Im Gesammtdurchschnitt : 10·4 Kreuzer, 0·15 Tagschichten (Arbeitslöhne exclus. Material für die *currenten* Geleise).

Privilegirte österr.-ungar. Staats-Eisenbahn-Gesellschaft. — Im Gesammtdurchschnitt : 15 Kreuzer, 0·18 Tagschichten (Arbeitslöhne exclus. Materiale):

Oesterreichische Südbahn. — Kosten der Gleisumstaltung : 50 Kreuzer, 0·20 Tagschichten.

Adriatisches Netz der italienischen Südbahn. — Im Gesammtdurchschnitt : 33 Kreuzer, 0·36 bis 0·40 Tagschichten. (Die jährlichen Kosten für Arbeit bei der Gleisunterhaltung sind variabel ; man kann indessen einen mittleren Betrag von 700 Francs per *km*, und 360 bis 400 Tagschichten annehmen).

Französische Staatsbahnen. — Die Arbeitskosten der Unterhaltung schwanken je nach den einzelnen Linien zwischen 15 und 64 Kreuzer, (0·305 und 1·348 Francs Ein Gesammtdurchschnitt kann aus den vorhandenen Angaben nicht berechnet werden).

rven und Gefälle.

Ueberhöhungen und Spurer
nd Ergebnisse allfälliger Beo-
d Versuche uber die Zweck-
selben.

. — In den angeführten For-
:

eberhöhung in *Meter*,
eberhöhung in *mm*,

erweiterung in *mm*,
Entfernung der Schienen*mitten*
,
Spurweite in *m*,
Maximal Fahrgeschwindigkeit in
pro Secunde,
Maximal Fahrgeschwindigkeit in
pro Stunde,
Accelleration = 9·81 *m*,
r Halbmesser der Curve in *m*.

—

Ferdinands - Nordbahn. — Die
ungen sind nach der Formel ausge-

fen 125 *mm* nicht überschreiten.
Spurenerweiterungen betragen für :

mm.	1,100	a (bis)	1,300	*m.* :	8	*mm.*
—	1,300	—	1,500	—	6	—
—	1,500	—	1,750	—	4	—
—	1,750	—	2,000	—	2	—
—	au dessus (über)		2,000	—	0	—

n Bogenanfang muss die *volle* Ueberhöhung
Spurerweiterung vorhanden sein.
Die ausgeführten Ueberhöhungen und Spurer-
iterungen haben sich im Allgemeinen *bewährt*.
Im Jahre 1894 wurden Versuche mit Ueber-
hungen nach den Formeln :

$$h = \frac{500r}{R}$$

*

de 2 fr. 40 c.; celui du chef piocheur, 2 fr. 60 c. à 2 fr. 80 c.)

Ch. de f. Hollandais. — En moyenne, pour l'ensemble, 45 kreutzers et 0.20 journée (il y a un cantonnier par 1·5 *km* de voie courante).

Ch. de f. égyptiens — En moyenne, pour l'ensemble, 29 kreutzers et 0.33 journée.

(Le total des salaires et traitements des inspecteurs, chefs cantonniers, cantonniers, ouvriers, forgerons et autres hommes à la journée employés à l'entretien et aux réparations de l'ensemble de voie et de garage.)

La dépense totale faite par le service de la voie pour entretien et réparations y compris ceux des ponts, des bâtiments des gares et des logements a été de 1 fl. 11 kr.

Ch. de f. de l'État russe (Saint-Pétersbourg à Varsovie). — Dépense moyenne annuelle pour toute la ligne pour les trois dernières années, 1891, 1892 et 1893 :

a) Salaires des ouvriers .	338,001	roubles.
b) Pour le redressement de la couche du ballast .	55,253	—
c) Pour les renouvellements des traverses . . .	317,457	—
d) Pour les renouvellements des rails	338,566	—
e) Pour les réparations des joints	75,086	—
f) Pour la disparition des poches de ballast . .	14,974	—
Total par an . . .	1,139,337	roubles.

A part la dépense de 75,086 roubles pour la réparation des joints (remplacement des matériaux hors de service), on a dépensé en moyenne, pendant les années 1891, 1892 et 1893, 159,285 roubles par an pour le remplacement des éclisses plates par des éclisses cornières. La dépense annuelle pour un mètre courant de la voie peut donc, pour la main-d'œuvre et les matériaux, être estimée à 0.47 rouble.

beträgt 2·4 Francs, der eines Vorarbeiters 2·7 2·8 Francs).

Holländische Eisenbahn-Gesellschaft. Im Gesammtdurchschnitt : 45 Kreuzer, 0· Tagschichten. (1 Taglöhner für 1·5 *km* einfac Bahn.)

Egyptische Eisenbahnen. — Im Gesamt durchschnitt : 29 Kreuzer, 0·33 Tagschicht (Gesammtbezüge der Aufseher, Cantonniers, Schmiede und anderer im Taglohn stehen Leute für Erhaltung und Reparatur der curren Bahn und der *Bahnhofsgleise.*) Die *Gesam kosten* der Erhaltung und Reparatur mit In griff der Brücken, Bahnhofsgebäude und Bedi testen-Wohnhäuser per 1 *m* einfaches und Ba hofsgleis *hat* 1 *Fl.* 11 *Kr.* betragen.

Russische Staatsbahnen (Petersburg-W schau). — Die mittleren jährlichen Kosten Gleisreparatur aller Linien stellen sich nach Jahren 1891, 1892 und 1893 wie folgt :

a) Arbeitslohn	338,001	Rub
b) Nachbessern der Schotterbettung	55,253	—
c) Auswechslung der Schwellen	317,457	—
d) Auswechslung der Schienen	338 566	—
e) Richten der Schienenstösse	75,086	—
f) Ausgleichen der Schottersäcke	14,974	—
Zusammen	1,139,337	Rub

Ausser den Kosten von 75,086 Rubel (für A wechslung unbrauchbaren Materials) wurden den Jahren 1891, 1892 und 1893 im Durchsch pro Jahr 159,285 Rubel für Ersatz der flac Laschen durch Winkellaschen verausgabt.

Die jährlichen Kosten für 1 *m* Gleis betra für Arbeit und Materiale 0·47 Rubel.

V. — Renseignements complémentaires.

1° *Courbes et pentes.*

Indiquer les règles suivies en ce qui concerne les surhaussements et les surlargeurs; indiquer, le cas échéant, les observations et expériences faites pour vérifier s'ils répondent au but qu'on a eu en vue.

Remarques. — Dans les formules reproduites ci-après :

H représente le surhaussement en mètres;

h représente le surhaussement en millimètres;

e représente la surlargeur en millimètres;

s la distance entre les milieux des rails en mètres;

S la jauge de la voie en mètres;

C la vitesse maximum en mètres par seconde;

v la vitesse maximum en kilomètres par heure;

g la gravité = 9·81 m.

R le rayon de la courbe en mètres.

Ch. de f. du Nord Empereur Ferdinand. — Les surhaussements sont établis d'après la formule

V. — Erganzende Notizen.

1° *Curven und Gefälle.*

Angewendete Ueberhöhungen und Spurerweiterungen, und Ergebnisse allfälliger Beobachtungen und Versuche über die Zweckmässigkeit derselben.

Anmerkung. — In den angeführten Formeln bedeutet :

H = die Ueberhöhung in *Meter*,

h = die Ueberhöhung in *mm*,

e = Spurerweiterung in *mm*,

s = die Entfernung der Schienen*mitten* in *m*,

S = die Spurweite in *m*,

c = die Maximal Fahrgeschwindigkeit in *m pro Secunde*,

v = die Maximal Fahrgeschwindigkeit in *km pro Stunde*,

g = die Accelleration = 9·81 *m*,

R = der Halbmesser der Curve in *m*.

Kaiser Ferdinands-Nordbahn. — Die *Ueberhöhungen* sind nach der Formel ausgeführt :

$$H = \frac{s \cdot c^2}{g \cdot R}$$

et ne peuvent dépasser 125 *mm*.

Les surlargeurs comportent pour :

und dürfen 125 *mm* nicht überschreiten.

Die *Spurenerweiterungen* betragen für :

R																		
150	à (bis)	250 *m.* :	28 *mm.*	550	à (bis)	625 *m.* :	18 *mm.*	1,100	à (bis)	1,300 *m.* :	8 *mm.*
250	—	325 —	26 —	625	—	700 —	16 —	1,300	—	1,500 —	6 —
325	—	400 —	24 —	700	—	800 —	14 —	1,500	—	1,750 —	4 —
400	—	475 —	22 —	800	—	950 —	12 —	1,750	—	2,000 —	2 —
475	—	550 —	20 —	950	—	1,100 —	10 —	au dessus	(über)	2,000 —	0 —

Le surhaussement et la surlargeur doivent complètement exister dès l'origine de la courbe.

Les surhaussements et surlargeurs ont donné satisfaction en général.

En 1894, on a fait des expériences avec des surhaussements établis d'après les formules

Im Bogenanfang muss die *volle* Ueberhöhung und Spurerweiterung vorhanden sein.

Die ausgeführten Ueberhöhungen und Spurerweiterungen haben sich im Allgemeinen *bewährt*.

Im Jahre 1894 wurden Versuche mit Ueberhöhungen nach den Formeln :

$$h = \frac{700r}{R}, \text{ et (und) } h = \frac{500r}{R}$$

*

et avec des surlargeurs établies au moyen de la formule :

und mit Spurerweiterungen nach der Formel :

$$e = \frac{(1{,}000 - R^2)}{27{,}000}$$ begonnen.

Soc. priv. austro-hongroise des ch. de f. de l'État. — Les surhaussements sont établis d'après la formule

Privilegirte österr.-ungar. Staats-Eisenbahn-Gesellschaft. — Die *Ueberhöhungen* sind nach der Formel ausgeführt :

$$H = 0{\cdot}01177 \frac{v^2}{R}$$

et ne peuvent dépasser 145 *mm*.

Les surlargeurs sont établies d'après la formule

und dürfen 145 *mm* nicht überschreiten.

Die *Spurerweiterungen* werden nach der Formel

$$e = \frac{13{,}302}{R} - 10 \; mm.$$

et ne peuvent dépasser 30 *mm*.

Avec ces dispositions, l'usure des rails dans les courbes, notamment ceux de la file intérieure, est relativement considérable; une réduction du surhaussement et une diminution de la surlargeur paraissent en conséquence s'indiquer.

Sudbahn (Autriche). — Une partie des surhaussements sont légèrement supérieurs à la mesure indiquée par la formule :

hergestellt und dürfen 30 *mm* nicht überschreiten.

Bei dieser Anordnung werden die Schienen in Curven, besonders im inneren Strange verhältnismässig zu stark abgenützt; eine *Verminderung der Ueberhöhungen*, sowie der *Spurerweiterungen* erscheint angezeigt.

Oesterreichische Südbahn. — Die *Ueberhöhungen* sind zum Theil um ein geringes Mass grösser als jene nach der Formel :

$$H = \frac{s \cdot c^2}{g \cdot R}$$

mais ils ne peuvent dépasser 150 *mm*.

Les surlargeurs comportent pour :

und dürfen 150 *mm* nicht überschreiten.

Die *Spurerweiterungen* betragen für :

R											
150 à (bis)	280 *m.* :	26 *mm.*	500 à (bis)	650 *m.* :	16 *mm.*	1,500 à (bis)	1,750 *m.* :	4 *mm.*
300 —	350 —	24 —	700 —	900 —	12 —	Au dessus (über)	2,000 —	0 —
375 —	450 —	20 —	1,000 —	1,250 —	8 —			

Cette dernière règle n'est appliquée que depuis une année.

Dieses Normale ist erst seit einem Jahre in Verwendung.

Ch. de f. Méridionaux (réseau Adriatique). — Les surhaussements sont établis d'après la formule

Adriatisches Netz der italienischen Südbahn. — Die *Ueberhöhungen* sind nach der Formel :

$$H = \frac{s \cdot c^2}{g \cdot R}$$

et ne peuvent dépasser 140 *mm*.

La surlargeur est pour :

ausgeführt und dürfen 140 *mm* nicht überschreiten.

Die *Spurerweiterung* beträgt für :

R $\leqq$ 400 *m.*	15 *mm.*	R = 500 à (bis) 650 *m.*	5 *mm.*
R = 400 à (bis) 500 *m.*	10 —	R > 650 *m.*	0 —

La jauge normale est de 1·445 *m*.

Réseau italien de la Méditerranée. — Le surhaussement se calcule par la formule

Die *normale* Spurweite beträgt 1·445 *m*.

Italienische Mittelmeerbahn. — Die *Ueberhöhung* wird nach der Formel :

$$H = \frac{S \cdot c^2}{g \cdot R}$$

et ne peut dépasser 140 *mm*.

La surlargeur pour :

R < 400 *m*.	15 *mm*.	R = 500 à (bis) 650 *m*.	5 *mm*.
R = 400 à (bis) 500 *m*. . . .	10 —	R > 650 *m*.	0 —

bestimmt und darf 140 *mm* nicht überschreiten.

Die *Spurerweiterung* beträgt für :

La jauge normale est de 1·445 *m*.

Ch. de f. de l'État français. — Le surhaussement a été calculé par la formule :

Die *normale* Spurweite beträgt 1·445 *m*.

Französishce Staatsbahnen. — Die *Ueberhöhungen* sind nach der Formel :

$$H = \frac{V}{R}$$

dans laquelle on fait :

gerechnet, worin :

$$V = 50, \text{ quand (wenn) } v \begin{cases} > 50 \ km. \\ < 60 \ — \end{cases}$$

$$V = 60, \quad — \quad v \geqq 60 \ —$$

Sur les lignes à double voie, les dévers calculés par cette formule sont :

1° Réduits d'un quart dans les courbes situées en rampes d'au moins 7 *mm* lorsque l'origine de ces courbes est à au moins 500 *m* du pied de la rampe;

2° Augmentés d'un quart dans les courbes situées en pente d'au moins 7 *mm*.

Actuellement, les dévers ont la moitié de leur valeur à l'origine des courbes et les plans inclinés destinés à racheter les dévers ont 44 *m* de longueur lorsque les dévers ne dépassent pas 10 *cm* et 66 *m* de longueur lorsque les dévers dépassent 11 *cm*.

Des expériences sont entreprises sur le réseau pour se rendre compte s'il ne serait pas préférable de donner au dévers les deux tiers de leur valeur à l'origine des courbes et de donner aux plans inclinés rachetant les dévers une pente de 0 0015 *m* par mètre.

Les coins qui maintiennent les rails dans les coussinets sont chassés dans le sens des pentes.

L'*écartement* des rails dans les courbes est le même que dans les alignements droits.

Auf *doppelgleisigen* Linien werden die gefundenen Ueberhöhungen in *Steigungen* von mindestens 7 °/₀₀ und wenn der Curvenanfang mindestens 500 *m* vom Fusse der Steigung entfernt liegt, um ein viertel *vermindert*, und in *Gefällen* von mindestens 7 °/₀₀ um ein viertel *erhöht*. Am Anfang der Curve ist die *halbe* Ueberhöhung vorhanden und die geneigten Uebergangsebenen haben eine Länge von 44 *m* wenn die Ueberhöhung 10 *cm* nicht übersteigt, und eine Länge von 66 *m* wenn die Ueberhöhung 10 *cm* übersteigt.

Es sind Versuche gemacht, um zu beurtheilen, ob es nicht vorzuziehen ist, den Ueberhöhungen am Curvenanfang 2/3 ihres Werthes und den geneigten Uebergangsebenen eine Neigung von 0·0015 *m* per Meter zu geben.

Die Keile, welche die Schienen in den Stühlen befestigen, werden im Sinne des Gefälles eingetrieben.

Die *Spurweite* in Krümmungen ist dieselbe wie in der geraden Bahn.

Paris à Lyon et à la Méditerranée. — Les surhaussements sont calculés par la formule :

Paris-Lyon-Mittelmeerbahn. — Die *Ueberhöhungen* werden nach der Formel bestimmt :

$$H = \frac{v}{R}$$

Le surhaussement maximum ne doit pas surpasser la limite de 150 *mm*.

(Voir note de M. Jules Michel sur les dispositions prises pour faciliter la circulation dans les courbes. Numéro de décembre 1893 de la *Revue générale*.)

Die maximale Ueberhöhung darf 150 *mm* nicht überschreiten.

(*Revue générale*, December, 1893 : MICHEL : Ueber Dispositionen behufs Erleichterung der Fahrt in Curven)

Ch. de f. de Paris à Orléans. — Le *surhaussement* du grand rayon est donné par la formule :

Eisenbahn Paris-Orléans. — Die *Ueberhöhung* wird nach der Formel bestimmt :

$$H = \frac{0 \cdot 0118 v^2}{R}$$

Dans les courbes, on donne à la voie un *surécartement* de 10 *mm*.

Die *Spurerweiterung* in Curven beträgt 10 *mm*.

Ch. de f. du Nord (France). — Le *surhaussement* dans les courbes est donné par la formule :

Französische Nordbahn. — Die *Ueberhöhung* wird nach der Formel ausgeführt :

$$H = \frac{1,000 \cdot n}{R}$$

dans laquelle n est égal

à 0·04 *m*. pour les lignes à faible vitesse;

à 0 05 *m*. pour les lignes à vitesse moyenne;

à 0·075 *m*. pour les grandes lignes à express.

Ces surhaussements paraissent répondre convenablement à leur but.

Quant aux *surlargeurs*, elles sont de 10 *mm* pour les courbes de 450 *m* de rayon et au-dessous, et de 15 *mm* pour les courbes d'un rayon inférieur à 250 *m*.

Hiebei ist der Coefficient :

$n = 0.04$ *m*. für Linien mit kleiner Geschwindigkeit.

$n = 0.05$ *m*. für Linien mit mittlerer Geschwindigkeit.

$n = 0.075$ *m*. für Expresszügs Linien.

Die obigen Ueberhöhungen scheinen ihrem Zwecke zu entsprechen.

Die *Spurerweiterung* beträgt $e = 10$ *mm* für Curven von : $R = 450$ *m* bis $R = 250$ *m* und $e = 15$ *mm* für Curven, bei velchem $R = 250$ *m* ist.

Ch. de f. de l'Ouest (France). — *Le surhaussement.* — Sur les remblais, le rail situé du côté du talus est surhaussé de 2 *cm*. En outre, dans les courbes, le rail extérieur est surélevé d'après la formule :

Französishce Westbahn. — *Ueberhöhung.* Auf Dämmen wird die an der Böschung liegende Schiene um 2 *cm* überhöht.

Ausserdem erhält die äussere Schiene in Krümmungen eine Ueberhöhung von :

$$H = 0.153 \frac{C^2}{R}$$

Le raccordement a une longueur de 100 H

Die Länge des Ueberganges muss mindestens

au moins; il doit se trouver entièrement dans les alignements droits.

On n'a pas reconnu l'utilité du *surécartement* de la voie dans les courbes.

100 H betragen, und muss derselbe stets in der Geraden liegen.

Die Nützlichkeit einer *Spurerweiterung* in Curven wurde *nicht* erkannt.

Ch. de f. de l'État belge. — Le *surhaussement* est calculé par la formule :

Belgische Staatsbahnen. — *Die Ueberhöhungen* sind nach der Formel gerechnet :

$$H = \frac{S \cdot C^2}{g \cdot R}$$

On a, en outre, fait calculer, à titre d'essai, le dévers au moyen de la formule :

Ausserdem wurde versuchsweise die Formel angewendet :

$$H = \frac{54}{R}$$

ce qui permet d'obtenir le surhaussement *normal*.

Le surhaussement normal est augmenté d'un quart dans toutes les courbes parcourues avec une vitesse supérieure à 60 *km* à l'heure; il est diminué d'un quart pour toutes les courbes où la vitesse ne dépasse pas 40 *km* à l'heure.

Le surhaussement adopté porte le nom de surhaussement pratique; dans aucun cas, il ne peut dépasser 150 *mm*.

Depuis 1887, l'État belge a supprimé tout *surécartement* dans les courbes de rayon plus grand ou égal à 500 *m* posées en rails de 52 *kg*.

Il en est de même aux bifurcations où le rayon peut descendre à 450 *m*.

aus welcher sich die *normale* Ueberhöhung ergibt.

Dieselbe wird in allen Curven, welche mit einer Geschwindigkeit von mehr als 60 *km* per Stunde befahren werden, um 1/4 erhöht, und in allen Curven, in denen die Geschwindigkeit 40 *km* per Stunde nicht übersteigt, um 1/4 vermindert.

Die angewendete Ueberhöhung wird die *practische* genannt und darf 150 *mm* nicht überschreiten.

Seit 1887 hat der belgische Staat alle *Erweiterungen* in jenen Curven *beseitigt*, deren Halbmesser grösser oder gleich 500 *m* ist, und die mit 52 *kg* schweren Schienen belegt sind.

Das Gleiche gilt von Zweigbahnen bis zu Radien von 450 *m*.

Comp. du ch. de f. Hollandais. (**Holländische Eisenbahn-Gesellschaft.**)

Les surhaussements. (Ueberhöhungen.)

Ralentissement de la vitesse à. (Verminderung der Fahrgeschw. auf.)	0.988	0.985	0.98	0.97	0.96	0.94	0.925	0.9	0.88	0.85	0.8
R.	5000	4000	3000	2000	1500	1000	800	600	500	400	300
h.	13	16	21	30	40	57	70	88	101	107	139

Les surlargeurs. (Spurerweiterungen.) . . . . . R = 1000 à (bis) 400 *m*. 5 *mm*.
— — . . . . . R = 400 — 300 — 10 —
— — . . . . . R = 300 — 150 — 21 —

Ch. de f. égyptiens. — Le *surhaussement* est calculé par la formule :

Egyptische Eisenbahnen. — Die *Ueberhöhung* wird nach der Formel bestimmt :

$$H = \frac{v}{R}$$

mais il ne peut dépasser 160 *mm*.

Le surhaussement doit exister dans toute la

darf jedoch 160 *mm* nicht überschreiten.

Im Bogenanfang muss die *volle* Ueberhöhung

courbe et la transition se fait dans l'alignement droit au moyen de rampes qui ne peuvent jamais dépasser 0·005 *m* par mètre.

On n'a pas donné, jusqu'à ce jour, de *surlargeur* dans les courbes.

Ch. de f. de l'État russe (Saint-Pétersbourg à Varsovie). — Le *surhaussement* est calculé d'après la formule :

vorhanden sein; die Uebergänge dürfen nic stärker als 5 *mm* per Meter geneigt sein.

Eine *Spurerweiterung* wurde bisher nic ausgeführt.

Russische Staatsbahnen (Petersburg-Wa schau). — Die *Ueberhöhung* wird nach der vo Communications-Ministerium festgesetzten Fo mel ausgeführt :

$$H = \frac{12{\cdot}792\ v^2}{R}$$

A présent, on admet pour toutes les lignes principales une vitesse $v = 74.67$ *km* à l'heure. On n'a pas fait d'expériences pour vérifier la formule du ministère des voies de communication.

Le surhaussement du rail extérieur doit absolument exister dès l'origine de la courbe, et la transition se fait dans l'alignement droit sur une longueur approximative de 1,000 *h*.

Gegenwärtig wird für alle Hauptlinien ein Geschwindigkeit $v = 74{\cdot}67$ *km* per Stunde ange nommen. Versuche über die Richtigkeit obige Formel sind nicht angestellt worden.

Die Curve muss ihrer ganzen Ausdehnung nach überhöht sein; die Länge des Uebergange beträgt 1,000 *h*.

Manière dont la voie se comporte dans les pentes : cheminement.

Verhalten der Gefällstrecken (Wandern)

Ch. de f. du Nord Empereur Ferdinand. — Le cheminement sur les lignes à double voie se produit pour chacune d'elles dans le sens de la marche des trains; sur les lignes à simple voie, dans le sens dans lequel il y a le plus grand nombre de trains lourdement chargés; il est indifférent à ce point de vue qu'on soit en rampe ou en pente.

Dans les courbes, le rail intérieur chemine le plus souvent du temps dans le même sens que le rail extérieur, et cela dans le sens de la direction des trains, ou dans le sens de la direction du plus fort trafic.

Le plus grand cheminement *relatif* observé (dans une année) a été de 260 *mm*. Le plus grand cheminement absolu constaté a été de [illegible] (après sept ans).

Le plus grand déplacement de joint par rapport au joint correspondant de l'autre file a été de [illegible] (après sept ans). Fréquemment, les cheminements ont été accompagnés d'élargissements de voie.

Le joint, tout en cheminant, est resté la plupart du temps dans sa position normale par rapport aux deux traverses de centre-joint.

Kaiser Ferdinands-Nordbahn. — Das Wan dern erfolgt in *zwei*gleisiger Bahn in der Rege *in* der Fahrrichtung; in *ein*gleisiger Bahn nac jener Richtung, in welcher eine *grössere* Zah und schwerer beladene Züge verkehren; dabei is es gleichgiltig, ob *berg*wärts oder *thal*wärts.

In Krümmungen wandert die innere Schien zumeist in *derselben* Richtung wie die äusser und zumeist in der Fahrtrichtung bezw. in d Richtung des stärkeren Verkehrs.

Die *verhältnismässig* grösste bisher beobac tete Wanderbewegung beträgt 260 *mm* (na *einem* Jahre); das *absolut* grösste Mass 420 *m* (nach 7 Jahren).

Die grösste beobachtete *Verschiebung* einen Stosses gegen den zugehörigen andern trägt 310 *mm* (nach 6 Jahren).

Manchmal traten *Spurerweiterungen* (bis 7 *mm*) beim Wandern auf.

Der Schienenstoss verblieb beim Wandern meist in seiner *normalen* Lage zu den beid Stossschwellen.

Dans la plupart des cas, des crampons ont eu leurs têtes tordues, et même arrachées, par le cheminement; des éclisses cornières ont été aussi arrachées principalement sur des ponts en fer.

Dans beaucoup de cas, et notamment dans les parties en forte pente des lignes à double voie, on a constaté que des branches inférieures d'éclisses cornières avaient remonté au-dessus des selles voisines.

D'ordinaire, les traverses voisines des traverses de joint ont aussi été déplacées en dehors de leur position normale.

Lorsque le cheminement a pris une certaine importance, on doit prendre des mesures pour améliorer la voie [ramener en arrière les traverses de joint, refouler les rails, et mettre de nouveaux crampons, remplacer les rails de longueur normale par des rails plus courts (pour courbe)].

Le cheminement des rails est moindre avec un ballast en pierre cassée qu'avec un ballast composé de gravier de rivière ou de carrière.

Sudbahn (Autriche). — Sur les fortes déclivités, le cheminement se produit avec beaucoup d'intensité. Ce mouvement est combattu par des éclisses cornières, mais d'une façon insuffisante lorsque les pentes sont grandes; des redressements de la voie sont de ce chef fréquemment nécessaires. Les essais avec joints alternés se comportent bien, mais le cheminement des rails n'a pas été empêché dans les grandes pentes.

Réseau italien de la Méditerranée. — On n'a pas d'observations précises relativement au cheminement dans les pentes; ce cheminement n'est combattu que d'une manière presque insignifiante par les moyens de fixation en usage (crampons sur les deux traverses de joint, et éclisses qui s'appuient contre les selles fortement reliées entre elles, des traverses de joint). (Voir aussi point III[3].)

Ch. de f. du Nord (France). — Les voies cheminent dans le sens de la marche des trains, indépendamment des déclivités, et, de plus, cheminent dans le sens des pentes.

Les revisions méthodiques des voies, corrigeant à des époques fixes les effets de ce cheminement, l'empêchent de prendre une amplitude fâcheuse.

In den meisten Fällen wurden in Folge des Wanderns Hakennägel abgebogen und auch abgebrochen, und Winkellaschen ausgerissen, zumeist auf eisernen Brücken.

In vielen Fällen wurde ein Aufsteigen des unteren Ansatzes der Winkellaschen auf die Unterlagsplatte, und zwar auf zweigleisigen Strecken in starkem Gefälle, beobachtet.

In der Regel sind auch die den Stossschwellen benachbarten Schwellen aus ihrer normalen Lage gebracht worden.

Wo die Wanderbewegung bereits ein grösseres Ausmass erreicht hatte, mussten Ausbesserungen der Gleise vorgenommen werden (Rücken der Stossschwellen, Zurücktreiben oder Umnageln der Schienen, Einziehen von Bogenschienen anstatt normaler Schienen).

Auf in *Schlägelschotter* gebetteten Schwellen wandern die Schienen *weniger* als auf solchen in Fluss- oder Grubenschotter.

Oesterreichische Südbahn. — In starken Gefällen tritt das Wandern oft sehr heftig auf und es wird dasselbe durch Winkellaschen, aber in grossen Neigungen in nicht ganz zureichendem Masse paralisirt, daher diesfalls öfter Regulirungen stattfinden müssen.

Die Proben mit Stosswinkeln bewähren sich gut, heben jedoch das Wandern in grossen Neigungen auch nicht vollständig auf.

Italienische Mittelmeerbahn. — Ueber die Längenwanderung in Gefällen liegen keine genauen Daten vor; dieselbe ist jedoch auf ein fast unbedeutendes Mass beschränkt durch die angewendeten Verbindungsmittel. (Hakennägel auf den beiden Stossschwellen und Laschen, welche sich gegen die unter einander fest verbundenen Stossplatten stemmen; siehe auch Punkt III[3].)

Französische Nordbahn. — Die Geleise wandern:

1° Im Sinne der Fahrrichtung und überdies;

2° Im Sinne der Gefälle.

Die anlässlich der methodischen Revisionen vorzunehmenden Reparaturen verhindern es, dass das Wandern unzulässige Dimensionen annimmt.

Ch. de f. de l'Ouest (France). — Pour combattre le cheminement des voies, on donne à l'éclisse intérieure une longueur suffisante pour que les extrémités viennent buter contre la semelle des coussinets de contre-joint.

Ch. de f. de l'État belge. — Sur les pentes prononcées du Luxembourg, il a été nécessaire, en certains points, d'ajouter un troisième tirefond à l'éclisse, sur chaque traverse de contre-joint, afin d'éviter le cheminement longitudinal du rail.

Des attaches d'arrêt ont été placées vers le milieu du rail en pente à raison de deux attaches par rail de 9 *m*.

De cette manière, quatre traverses sont intéressées au cheminement du rail, et sur les pentes les plus fortes la voie est immobile.

Ch. de f. Hollandais. — La voie chemine en quelques endroits, notamment à ceux où il y a des traverses métalliques.

Ch. de f. égyptiens. — On n'a fait aucune observation particulière sur le cheminement des rails sur les pentes, et cette question est traitée d'une façon générale.

Comme le cheminement nous occupe continuellement en Égypte, il peut être bon de signaler ici l'importance qu'il atteint et les systèmes adoptés sur les divers types de voie pour le combattre.

Le cheminement des rails en Égypte se produit invariablement dans la direction du trafic et pour les deux rails à la fois, le rail à droite marchant environ deux à cinq fois plus vite que le rail à gauche. Aucune exception à cette règle n'a été notée, et l'on n'a constaté aucune différence dans les courbes, ni dans les pentes ou dans l'orientation de la voie.

Le cheminement est, en général, plus grand pendant l'été que pendant l'hiver.

Sur voie simple avec circulation dans les deux sens, le cheminement se manifeste d'une façon plus accentuée que sur voie double.

Type 1854 *de voie à cloches.* — Le cheminement du rail est très grand sur ce type de voie quand on se sert de coins en bois.

Französische Westbahn. — Um dem Wandern des Gleises zu begegnen, erhält die innere Lasche eine solche Länge, dass ihre Enden gegen die Platten der Schienenstühle des Stosses sich stemmen.

Belgische Staatsbahnen. — Auf den starken Gefällen von Luxemburg war es an einzelnen Stellen nothwendig, auf jeder dem Stosse zunächst gelegenen Schwelle, zur Lasche einen dritten Tirefond hinzuzufügen, um die Längenwanderung der Schienen zu verhüten.

Gegen die Schienenmitte zu sind in Gefällen Befestigungen zum Aufhalten der Schiene angebracht, und zwar je zwei Stück per 9 *m* lange Schiene.

Auf diese Weise sind vier Schwellen an der Wanderung der Schiene betheiligt, und ist das Gleis auf den stärksten Gefällen unbeweglich.

Holländische Eisenbahn-Gesellschaft. — An einzelnen Stellen, vornehmlich solchen mit eisernen Schwellen, wandert das Gleis.

Egyptische Eisenbahnen. — Ueber das Wandern der Schienen *speciell in Gefällen* wurden keine Erhebungen gemacht; diese Frage wird indessen im Folgenden *allgemein* behandelt.

Die Bedeutung, welche das Wandern in Egypten erreicht, wird durch den Umstand, dass man sich daselbst immerfort damit beschäftigt, und durch die behufs Bekämpfung desselben bei den verschiedenen Oberbausystemen angewendeten Mittel, gekennzeichnet.

Das Wandern der Schienen erfolgt in Egypten stets in der Fahrrichtung und in *beiden* Strängen zugleich; der rechte Strang wandert etwa 2 bis 5 mal schneller als der linke.

Eine Abweichung von dieser Regel wurde nicht beobachtet, auch wurde kein Unterschied in den Curven, den Gefällen, oder der Richtung des Gleises constatirt.

Das Wandern ist im Allgemeinen während des Sommers grösser als im Winter.

In *ein*gleisigen, nach *beiden* Richtungen befahrenen Gleisen, gibt sich das Wandern in *auffälligerer* Weise kund als in zweigleisigen Bahn.

Gleis auf Gussglocken. Type 1854. — Bei diesem System ist das Wandern sehr stark wenn man sich *hölzerner* Keile bedient.

Pour le rail de droite, on a constaté un mouvement de 22 *mm* par mois et dans les terrains peu résistants ce mouvement a atteint jusqu'à 50 *mm*. Des coins en spirale ont été placés alternativement avec les coins en bois, mais leur emploi n'a pas eu pour effet l'arrêt du cheminement.

Toutefois, cet arrêt a été obtenu d'une façon satisfaisante lorsqu'on a employé uniquement des coins en spirale. On s'en est servi exclusivement sur les 140 *km* de double voie entre Birket-el-Sab et Alexandrie.

Rails Vignoles, type 1889. — Le système adopté pour arrêter le cheminement des rails (coins d'arrêt fixés à l'extrémité du rail) a été trouvé à la fois incommode et inefficace. Sur un point où le ballastage était fait avec du sable, on a constaté jusqu'à 35 *mm* de cheminement *en un mois*. Ailleurs, avec du ballast de gravier, la moyenne de cheminement des rails de ce type de voie, dans une période de vingt-cinq mois, a été de 8 à 15 *mm* par an pour le rail droit et de 0 à 8 *mm* pour le rail gauche.

L'importance du cheminement dépend naturellement en grande partie de la nature du ballast employé et du soin plus ou moins grand avec lequel les tire-fond ont été serrés. L'emploi de selles a pour effet d'augmenter l'action des tire-fond, le rail s'enfonçant moins dans la traverse.

Rails Vignoles, type 1893. — Les éclisses cornières et les arrêts cornières ont, pendant cinq mois, arrêté le cheminement sur ce type de voie.

Il est néanmoins nécessaire de prolonger encore cette expérience.

Ch. de f. de l'État russe (Saint-Pétersbourg à Varsovie). — La voie se comporte sur les pentes, au point de vue du cheminement, d'une manière satisfaisante.

Für die rechte Schiene wurde eine Bewegung *von* 22 *mm per Monat* constatirt und erreicht diese Bewegung auf wenig widerstandsfähigem Terrain bis 50 *mm*.

Die Verwendung der *Spiralkeile*, welche abwechselnd mit den hölzernen Keilen eingezogen wurden, hat die Wanderbewegung *nicht* aufgehalten. Sobald man jedoch *lediglich Spiralkeile* verwendete, wurde das Wandern hinreichend aufgehalten. Dieselben sind auf 140 *km* zweigleisiger Bahn zwischen Birket-el-Sab und Alexandrien ausschliesslich in Verwendung.

Vignolschienen, Type 1889. — Das behufs Aufhalten der Schienenwanderung angewendete System (Winkeleisen an den Schienenenden) wurde unbequem und unwirksam befunden. An einem Punkte, wo die Unterschotterung aus Sand besteht, hat man ein Wandern *bis zu* 35 *mm in einem Monat* beobachtet. Ausserdem hat sich die Wanderbewegung der Schienen bei Kiesbettung, für dieses Oberbausystem aus einer 25 Monate umfassenden Periode, für die *rechte* Schiene mit 8—15 *mm*, und für die *linke* mit 0—8 *mm pro Jahr* ergeben.

Die Grösse des Wanderns hängt natürlich grossentheils von der Natur der Unterschotterung und von der grösseren oder geringeren Sorgfalt ab, mit welcher die Tirefonds eingezogen wurden. Die Verwendung von Unterlagsplatten erhöht die Wirkung der Tirefonds, und die Schiene drückt sich weniger in die Schwelle ein.

Vignolschiene Type 1893. — Die Winkellaschen und die Winkel haben während 5 Monaten das Wandern dieses Oberbaues aufgehalten.

Es ist aber trotzdem nothwendig, diese Versuche noch festzusetzen.

Russische Staatsbahnen (Petersburg-Warschau). — Das Verhalten des Gleises in Gefällen in Bezug auf das Wandern ist genügend.

2° *Matériaux de la superstructure.*

Résultats des observations faites au sujet de l'emploi du métal dur ou du métal doux (rails, éclisses).

Influence du procédé de fabrication du métal.

—

2° *Oberbaumaterial.*

Ergebnisse von Beobachtungen über das Verhalten von harten und weichen Materialsorten (Schienen, Laschen), Einfluss des Material-Herstellungsverfahrens.

—

é retirés après six ans et trois
leur usure moyenne était de
hampignon. Les rails acides
rails déphosphorés au même
ités neuf ans et demi en ser-
été de 12 *mm* en moyenne.

ses, les résultats obtenus en
ne l'acier doit être assez doux
roduite s'accentue non sur le
ar l'éclisse, le remplacement de
et d'un prix réduit.
, août 1889; A. Hallopeau,
ité des aciers pour rails et

Midi (France). — L'acier dur
employé pour la fabrication
lisses. Ce métal se comporte
en est lente.

Paris à Orléans. — On a
ampignon supérieur des rails
s'élargissait à la longue sous le
Il ne se produit rien de sem-
dur.

Nord (France). — Nous ne
us prononcer à ce sujet : les
rises ne sont pas terminées.

l'Ouest (France). — On
al des rails en métal dur;
de 44 *kg* en acier extra-doux
891, sous le tunnel de Pissy-
, sur la ligne de Paris au
rails sont restés en service
pour qu'une conclusion inté-
e tirée des constatations faites

l'État belge. — Les expé-
à ce sujet.
acier demi-dur. Les éclisses-
doux ou en fer.

tiens. — On n'a pas spécifié
oles de 42 *kg* une résistance
ieure à 70 à 75 *kg* par milli-

ur causes diverses, au décharu après la pose, ont été extrè-

Schienen nach 6 1/4 Jahren ausgewechselt worden, und zeigten eine mittlere Abwechslung des Kopfes von 14·6 *mm*; während die Schienen aus saurem Stahl, welche vorher an derselben Stelle verlegt waren, 9 1/2 Jahre im Dienst verblieben sind und eine mittlere Abnutzung von 12 *mm* zeigten.

Für *Laschen* ist mittelharter Stahl das beste Material, damit deren Abnutzung rascher erfolgt, als die der schwieriger auszuwechselnden und kostspieligeren Schienen.

(*Revue générale*, August 1889. *Hallopeau*, Ueber die Qualität des Stahles für Schienen und Befestigungsmittel.)

Französische Südbahn. — Für die Erzeugung der Laschen und Schienen wird ausschliesslich *harter Stahl* verwendet. Derselbe verhält sich sehr gut; die Abnutzung ist eine langsame.

Eisenbahn Paris-Orléans. — Es wurde beobachtet, dass sich bei Schienen aus *mittelhartem* Stahl der Oberkopf durch den Verkehr der Züge breitdrückt. Bei Schienen aus *hartem* Stahl wurde ähnliches nicht hervorgerufen.

Französische Nordbahn. — Die Erfahrungen hierüber genügen noch nicht, um sich über den Gegenstand auszusprechen.

Französische Westbahn. — Im Allgemeinen werden harte Schienen verwendet. Im Jahre 1891 wurden jedoch auch 44 *kg* pro *m* schwere Schienen aus besonders weichem Stahl im Tunnel von Pissy-Poville (2,204 *m* auf der Linie von Paris nach Havre) verlegt. Diese Schienen sind aber noch zu kurze Zeit im Dienste als dass aus den bisherigen Beobachtungen ein interessanter Schluss gezogen werden könnte.

Belgische Staatsbahnen. — Versuche fehlen.

Die *Schienen* sind aus *mittelhartem* Stahl, die *Brückenlaschen* aus *weichem* Stahl oder Eisen.

Egyptische Eisenbahnen. — Auch für die Vignoleasschienen von 42 *kg* Gewicht, ist keine grössere Zugfestigkeit als 70—75 *kg* per *mm* vorgeschrieben.

Die aus verschiedenen Ursachen beim Abladen, Verlegen, und nach dem Verlegen veran-

mement rares et n'ont pas dépassé la proportion de 1 par 40,000 rails depuis 1889.

Les analyses faites sur quelques rails cassés semblent prouver que les ruptures sont dues aux irrégularités dans le dosage des parties constitutives, tel rail contenant 56 °/₀₀ de silicium au lieu de 0.06 °/₀₀, comme le demandait le cahier des charges. Ces rails défectueux ont été très probablement fabriqués avec le premier lingot de la charge qui est souvent irrégulier dans sa composition. Pour découvrir, éprouver et rebuter les rails défectueux, on insérera dorénavant dans les cahiers des charges que tout rail devra porter le numéro de la coulée.

Sur environ 5,000 rails commandés en 1891, plusieurs centaines ont été employés à faire des aiguilles et des croisements et un grand nombre ont été reconnus trop durs pour pouvoir être travaillés à l'outil ou débités en longueurs.

L'analyse des rails à leur réception avait donné :

Carbone	0.375
Silicium	0.064
Soufre	0.058
Phosphore	0.054
Manganèse	1.449

La résistance à la traction était 62 à 63 *kg* par millimètre carré.

La limite d'élasticité, 38 à 43 *kg* par millimètre carré.

L'allongement, 24 à 25 °/₀ sur 5 *cm* de longueur.

La contraction, 37 à 38 °/₀.

L'analyse de quelques-uns des rails trouvés trop durs pour les aiguilles a donné :

Carbone	0.615
Silicium	0.118
Soufre	0.059
Phosphore	0.053
Manganèse	2.139
Arsenic	0.021
Cuivre	0.071

Coefficient de résistance à la traction, 84 à 85 *kg* par millimètre carré.

lassten Brüche waren äusserst selten, und ha seit 1889 das Verhältnis von 1 : 40,000 ni überschritten.

Aus einigen Analysen gebrochener Schie scheint zu folgen, dass die Brüche durch ein richtiges Mischungsverhältnis der chemisc Bestandtheile hervorgerufen worden sind; d Schienen enthielten 56 °/₀₀ Silicium an 0·06 °/₀₀, wie es das Bedingnisheft verlangt. D mangelhaften Schienen sind höchst wahrsch lich aus dem ersten Ingot der Charge erze worden, welcher oft abweichend in seiner sammensetzung ist. Um solche mangelhafte Sc nen erkennen, erproben und zurückweisen können, wird beabsichtigt in Zukunft in den dingnissen zu verlangen, dass jede Schiene Nummer der Schmelzung tragen soll.

Von den ungefähr 5,000 im Jahre 1891 best ten Doppelkopfschienen, wurden mehrere Hu dert zur Herstellung von Zungen und Kreuzun verwendet, und ein grosser Theil für die Be beitung mit Werkzeugen, oder für das Kürz als zu hart befunden.

Die Analyse der Schienen bei ihrer Uebernah hat ergeben :

Kohlenstoff	0·375
Silicium	0·064
Schwefel	0·058
Phosphor	0·054
Mangan	1·449

Die Zugfestigkeit war 62 — 63 *kg* per *mm*

Die Elasticitätsgrenze war 38 — 43 *kg* *mm*²;

Die Dehnung war 24 — 25 °/₀ auf 5 Länge;

Die Contraction war 37 — 38 °/₀.

Die Analyse einiger für Zungen *als zu ha* fundener Schienen ergab :

Kohlenstoff	0·61
Silicium	0·11
Schwefel	0·05
Phosphor	0·05
Mangan	2·13
Arsen	0·02
Kupfer	0·07

Zugfestigkeit 84 — 85 *kg* per *mm*².

Allongement, 1·6 à 3 °/₀ sur 5 *cm* de longueur.
Contraction, 0 à 5 °/₀.

Il y a donc toute raison de croire que nous avons sur nos lignes, depuis 1891, un grand nombre de rails à double champignon présentant une résistance à la traction de 85 *kg* par millimètre carré.

Le nombre de ruptures dues au chargement ou survenues pendant la pose a été insignifiant : il ne s'élève qu'à environ 1 pour 4,000.

Aucune rupture de rail due à la circulation des trains ne s'est produite.

Aucune autre matière que l'acier doux Bessemer n'a été essayée pour les éclisses pendant les dix dernières années.

Dehnung 1·6 — 3 °/₀ auf 5 *cm* Länge.
Contraction 0 —5 °/₀ —

Man kann daher mit vollem Rechte annehmen, dass seit 1891 eine grosse Anzahl von Doppelkopfschienen verlegt sind, welche eine Zugfestigkeit von 85 *kg* per *mm*² besitzen.

Die durch das Verladen und durch Vorfälle beim Verlegen hervorgerufene Anzahl von Brüchen war gering : etwa 1 für 4,000.

Irgend ein durch den Verkehr der Züge veranasster Bruch ist nicht vorgekommen.

Zur Erzeugung von *Laschen* wurde seit den letzten 10 Jahren nur *weicher Bessemerstahl* verwendet.

3° *Assemblage des joints.*

Résultats des observations faites relativement à la façon dont se comportent les joints, notamment à l'occasion d'essais comparatifs de modes d'éclissages différents, ou à l'occasion d'emploi de matériaux différents dans des constructions semblables.

—

Ch. de f. du Nord Empereur Ferdinand. — Il n'y a d'expériences que pour l'ancien profil B, employé de 1872 à 1886.

La statistique montre que les bris des rails aux abouts deviennent plus fréquents à mesure que l'assemblage prend du jeu par suite de l'usure des éclisses.

On a constaté que sur l'ensemble des rails du profil B qui se sont brisés, les ruptures à l'about interviennent pour :

19·6 °/₀ en 1888
27·5 °/₀ en 1889
32·4 °/₀ en 1890
51·8 °/₀ en 1891
33·1 °/₀ en 1892
39·5 °/₀ en 1893

En vue de faire disparaître les espaces nuisibles entre rails et éclisses, on a, en 1893, introduit des fourrures.

3° *Stossverbindungen.*

Ergebnisse von Beobachtungen über das Verhalten von Stossverbindungen, insbesondere, wenn Vergleichsdaten für verschiedene Stossverbindungs-Constructionen, oder, bei gleicher Construction, für verschiedene Materialgattungen vorhanden sind.

—

Kaiser Ferdinands-Nordbahn. — Erfahrungen liegen nur bezüglich des alten, 1872 bis 1886 verwendeten Profils B vor.

Die Statistik lässt erkennen, dass die Schienenbrüche am Stoss immer häufiger werden, sobald die Stossverbindung in Folge Abnutzung der Laschen schlotterig wird.

Von der Gesammtzahl der gebrochenen B-Schienen sind *am Stosse* gebrochen :

19·6 °/₀ im Jahre 1888 ;
27·5 °/₀ — 1889 ;
32·4 °/₀ — 1890 ;
51·8 °/₀ — 1891 ;
33·1 °/₀ — 1892 ;
39·5 °/₀ — 1893.

Behufs Beseitigung der schädlichen Spielräume zwischen Laschen und Schienen wurden im Jahre 1893 *Futterbleche* eingezogen.

reconnu sur le réseau que les joints alternés donnaient de moins bons résultats que les joints concordants.

Ch. de f. du Midi (France). — En vue d'augmenter la résistance aux joints, la Compagnie a adopté pour l'assemblage des joints l'éclisse renforcée, dite éclisse plongeante, dont il est question au § 5 du chapitre III (établissement de la voie); les résultats obtenus ne peuvent être encore appréciés, l'adoption de ce type étant trop récente.

Ch. de f. du Nord (France). — De fortes éclisses sont indispensables pour obtenir de bons joints; mais nous ne croyons pas qu'il faille espérer donner aux joints une rigidité absolue par le seul fait de la puissance des éclisses; en effet, l'éclisse peut soutenir le rail, mais elle ne peut pas faire corps avec lui. Nous estimons que la solidité des joints s'obtient surtout par le rapprochement et l'assiette des appuis voisins. C'est pourquoi notre dernier type de pose de voie place les axes des traverses de contre-joint à 48 *cm* l'un de l'autre.

Ch. de f. de l'Ouest (France). — Nous avons essayé récemment un système de joint supporté qui paraît résister dans de bonnes conditions. Ce joint est composé d'un coussinet en fonte tirefonné sur les deux traverses de contre-joint et sur lequel reposent les deux extrémités des rails; une éclisse en acier et six boulons permettent l'assemblage des rails sur le coussinet.

L'essai de ce nouveau joint est encore trop récent pour que des résultats appréciables aient pu être constatés.

Ch. de f. Hollandais. — Les éclisses cornières donnent un résultat satisfaisant et sont introduites au fur et à mesure du retrait des éclisses plates.

Ch. de f. égyptiens. – Nous avons dernièrement adopté les éclisses cornières. L'augmentation de rigidité des joints qui en est résultée est très notable. Un autre avantage dû à ces éclisses cornières est l'arrêt partiel du cheminement. (*Voir* ci-dessus, section V, point I.)

erkannt, dass die *versetzten* Schienenstösse minder gute Ergebnisse lieferten, wie die *gegenüberliegenden* Stösse.

Französische Südbahn. — Um den Widerstand der Stösse zu erhöhen, wurden *verstärkte* Laschen eingeführt (siehe Punkt 5, Abschnitt III); die erhaltenen Ergebnisse können noch nicht angegeben werden, da die Einführung erst vor kurzem erfolgte.

Französische Nordbahn. – Um gute Stossverbindungen zu erhalten, sind starke Laschen unerlsäslich; aber man glaubt nicht, erwarten zu sollen, dass den Stössen durch Anwendung von starken Laschen allein eine absolute Steifigkeit verliehen werden kann; die Lasche kann die Schiene stützen, aber sie kann mit ihr nicht einen Körper bilden. Man glaubt, dass die Solidität der Stossverbindung insbesondere erzielt werden kann durch Annäherung und gute Lagerung der Stossschwellen. Deshalb wurde auch Stossschwellenentfernung bei der neuen Oberbautype auf 48 *cm* herabgemindert.

Französische Westbahn. — Seit kurzem ist ein System des unterstützten Stosses versuchsweise angewendet, welches sich gut zu erhalten erscheint. Dasselbe besteht aus einem gegossenen Stuhl, welcher durch Tirefonds auf den dem Stosse zunächst gelegenen Schwellen befestigt ist, und auf welchem die beiden Schienenenden aufruhen; eine Lasche aus Stahl und sechs Bolzen bilden die Verbindung der Schienen mit dem Stuhle.

Bei der Kürze der Zeit liegen jedoch bestimmte Ergebnisse über diese neue Stossverbindung noch nicht vor.

Holländische Eisenbahd-Gesellschaft. — Die Winkellaschen liefern ein zufriedenstellendes Ergebniss, und werden nach und nach an Stelle der Flachlaschen eingezogen.

Egyptische Eisenbahnen. — In letzter Zeit sind Winkellaschen eingeführt worden. Die sich hieraus ergebende Erhöhung der Steifigkeit der Stossverbindgng ist sehr bedeutend.

Ein anderer aus der Einführung der *Winkel*laschen sich ergebender Vortheil ist das theilweise Aufhalten der Wanderbewegung (siehe hierüber Punkt 1, Abschnitt V).

4° *Constructions spéciales.*

Indiquer les modes particuliers de construction auxquels on a eu recours en vue d'une augmentation de la résistance aux efforts latéraux ou longitudinaux, et donner des renseignements quant à leur utilité. (Tringles d'écartement, soutiens extérieurs du champignon, cornières de choc, etc.)

—

Ch. de f. du Nord Empereur Ferdinand. — Abstraction faite de l'emploi renseigné sub III/3, de coussinets-selles, qui ont eu pour effet non seulement de procurer une meilleure fixation, mais de réduire le déversement du rail et d'augmenter par conséquent la résistance entre les forces latérales, on n'a pas fait usage d'autres dispositions spéciales.

Soc. priv. austro-hongroise des ch. de f. de l'État. — On a, à titre d'essai, pour empêcher le cheminement, réuni les traverses de joint avec plusieurs traverses voisines au moyen de croix de Saint André ou au moyen de fers plats ou de fers d'angle, posés parallèlement à l'axe de la voie. Ces derniers réunissaient les extrémités des traverses.

La première disposition a donné des résultats entièrement satisfaisants sur la pente de 35 °/oo d'une ligne locale avec forts transports à la descente.

La deuxième disposition a aussi donné, dans plusieurs circonstances, de bons résultats.

Pour maintenir l'écartement, on a, à titre d'essai, fait usage de plaques d'écartement Seidl, lesquelles ont aussi donné de bons résultats.

Ch. de f. de l'État français. — Sur les ouvrages métalliques où la voie est posée sur longrines (non encastrées), on relie les longrines par des tirants en fer U pour augmenter la résistance aux efforts latéraux.

Paris à Lyon et à la Méditerranée. — Adoption des flasques, deux paires par rail de 12 m, pour augmenter la résistance au mouvement longitudinal

Ch. de f. du Midi (France). — Pour aug-

4° *Specialconstructionen.*

Angabe von angewendeten Specialconstr tionen zur Erhöhung der Widerstände ge Seiten- und Längskräfte, und deren Zw mässigkeit (Spurstangen, äussere Schie kopfhalter, Stosswinkel, etc.).

—

Kaiser Ferdinands-Nordbahn. — Abg hen von der *sub* III/3 angeführten Verwend von Stuhlplatten, durch welche nebst einer seren Befestigung, auch eine Verminderung Kantens der Schienen, also eine Erhöhung Widerstandes gegen Seitenkräfte, angest wird, sind anderweitige, hierher gehörige S cialconstructionen *nicht* in Anwendung.

Privilegirte österr.-ungar. Staats-Ei bahn-Gesellchaft. — Um das Wandern hi zuhalten, wurden versuchsweise die Stossch len mit einigen benachbarten Schwellen d Andreaskreuze, oder durch parallel zur Bah angeordnete Flach- oder Winkeleisen, w letztere Schwellenenden unter einander ve den, verkuppelt.

Erstere Anordnung ergab in einer Gefällstr von 35 °/oo auf einer Localbahn mit sta Thaltransporte, vollkommen befriedigende R tate.

Auch die zweite Anordnung hat sich in m facher Anwendung vollkommen bewährt.

Zur Erhaltung der Spurweite wurden vers weise Seidl'sche Spurplatten angewendet, w gleichfalls gute Resultate lieferten.

Französische Staatsbahnen. — Auf E constructionen, wo das Gleis auf seitlich festgehaltenen Langschwellen aufliegt, we die letzteren durch U-förmige Eisenstangen bunden, um den Widerstand gegen Seitenk zu erhöhen.

Paris-Lyon-Mittelmeerbahn. — An dung von zwei Paar Backen per 12 m la Schiene, behufs Erhöhung des Widersta gegen Längenverschiebungen.

Französische Südbahn. — Um den Wi

sistance aux efforts latéraux, la
osé sur les lignes de grand trafic où
trains express, dans les courbes
érieur à 400 *m* et sur les déclivités
lessus, deux traverses supplémen-
;ueur de voie de 11 *m*.

des points d'appui des rails a été
de 980 à 817 *mm*.
;nie fait, en outre, usage, sur ses
ssinets à large semelle du poids

le but d'éviter le déplacement dans
es rails situés dans la file du grand
udie en ce moment un modèle de
large semelle portant trois trous
l.

de l'Ouest (France). — Nous
loyé aucun mode particulier de
n dehors du renforcement de l'éclis-
certains cas cependant, nous nous
sés avec succès au déripage des voies
ur les lignes à double voie, les tra-
ux voies.

s essayé également d'augmenter les
ntée des traverses en les munissant
nité de palettes verticales en bois.

de l'État belge. — On a fait usage
rrêt pour s'opposer au cheminement

moyen employé efficacement pour
s efforts longitudinaux consiste à
e tringles en fer reliant une série de

. **Hollandais.** — On ne fait pas
ngles d'écartement; dans quelques
fait usage de blochets en bois.

stand gegen Seitenkräfte zu erhöhen, wurden auf den von Schnellzügen befahrenen Linien mit starkem Verkehr, in den Krümmungen mit kleineren Radien als 400 *m* und in den Neigungen von 0·02 und darüber, der Hauptbahnen, *zwei* Ergnzunägsschwellen per 11 *m* Gleislänge verlegt.

Die Schwellenentfernung wurde dadurch von 980 auf 817 *mm* reducirt.

Ausserdem werden auf diesen Linien breitfüssige Schienenstühle von 14·5 *kg* Gewicht verwendet.

Und endlich die Verschiebung des äusseren Stranges in Curven zu vermeiden, wird gegewärtig ein breitfüssiger Schienenstuhl mit 3 Tirefondslöchern studirt.

Französische Westbahn. — Ausser der Verstärkung der Verlaschung sind keine Specialconstructionen angewendet.

In gewissen Fällen wurde den Seitenverschiebungen dadurch mit Erfolg entgegengetreten, dass die Schwellen der beiden Gleise auf zweigleisigen Linien durch Bänder verbunden wurden.

Auch wurde versucht, den Widerstand der Schwellen gegen seitliche Verschiebungen, durch Anbringung von verticalen Holzbrettchen an den Schwellenenden zu erhöhen.

Belgische Staatsbanhen. — Gegen die Längsbewegung der Schienen sind an die Schiene und Schwelle befestigte Winkel in Anwendung. Ein anderes, kräftiges Mittel zur Bekämpfung der Längskräfte, besteht in der Verwendung von eisernen Stangen, welche eine Reihe von Schwellen verbinden.

Holländische Eisenbahn-Gesellschaft. — Spurstangen sind *nicht* in Anwendung; in einigen Curven bedient man sich hölzerner Streben.

Manière dont se comporte la superstructure.

si la voie répond aux nécessités
u si l'on projette soit de modifier
nt la construction de la voie, soit
ier dans ses détails.

5° *Verhalten des Oberbaues.*

Angaben, ob das Gleis den Anforderungen entspricht, oder ob Constructionsveränderungen im Ganzen oder in Details in Aussicht genommen sind.

*

Donner, le cas échéant, les causes et les motifs de ces modifications.

—

Ch. de f. du Nord Empereur Ferdinand. — Les superstructures existantes sont suffisantes pour les conditions actuelles (charge de roue, 7 tonnes; vitesse maximum, 80 *km*).

Les modifications qu'on y a apportées jusqu'à présent (voir point V-7) ont été provoquées par l'augmentation du travail d'entretien, par l'usure rapide de la voie et par le nombre plus grand des ruptures de rail. Leur but principal est de procurer une réduction dans les dépenses d'entretien et une amélioration de l'éclissage, lequel est reconnu partout comme étant le point le plus faible de la voie.

Soc priv. austro-hongroise des ch. de f. de l'Etat. — La superstructure répond entièrement aux conditions actuelles. Des modifications de détail sont seules en perspective, et elles ont pour but d'améliorer l'assiette des traverses.

Sudbahn (Autriche). — La voie établie d'après les nouvelles normes, avec deux selles sur chaque traverse, répond à toutes les conditions sous le rapport de la vitesse plus grande des trains, et il n'est pas question, en ce moment, d'y apporter des modifications.

Ch. de f. Méridionaux (réseau Adriatique). — Les superstructures actuellement existantes satisfont aux fatigues dues au mouvement des trains.

Réseau italien de la Méditerranée. — Les dispositions décrites ci-dessus se comportent d'une manière satisfaisante sur les lignes avec faibles déclivités et pas trop chargées comme trafic. Mais nous estimons qu'elles ne sont pas suffisamment fortes pour des lignes parcourues par des trains rapides, à trafic très dense, et surtout pour celles qui présentent de fortes déclivités et de longs tunnels.

C'est pour ces motifs qu'on fera très prochainement l'essai d'une voie nouvelle plus solide

Allfällige Angaben der hierauf bezüglich Ursachen und Gründe.

—

Kaiser Ferdinands-Nordbahn. — Die genwärtigen Oberbau-Constructionen sind für derzeitigen Anforderungen (7 *t* Raddruck 80 *km* maximale Geschwindigkeit) ausreiche

Die bisher durchgeführten Aenderungen (s Punkt V-7) sind durch die Zunahme der Er tungsarbeiten, die schnellere Abnutzung Gleise und die Steigerung der Schienenbrü veranlasst worden, und bezwecken hauptsächl eine Verminderung der Erhaltungskosten eine Verbesserung der Stossverbindung, wel bekanntlich bei allen Oberbau-Constructionen schwächsten Punkt bildet.

Privilegirte österr.-ungar. Staats-Eis bahn-Gesellschaft. — Der Oberbau entspric den derzeitigen Anforderungen vollkommen.

Constructionsänderungen sind nur im De in Aussicht genommen, und bezwecken eine b sere Lagerung der Schwellen.

Oesterreichische Südbahn. — Das Gl nach dem neuesten Normale mit zwei Unterla platten auf jeder Schwelle, entspricht allen forderungen mit Rücksicht auf die erhöhte Fa geschwindigkeit, und es werden weitere die zügliche Constructionsänderungen vorläufig n in Aussicht genommen.

Adriatisches Netz der italienischen S bahn. — Die gegenwärtig in Verwendung henden Gleise genügen der durch den Zug kehr hervorgerufenen Inanspruchnahme.

Italienische Mittelmeerbahn. — Wenn auch auf den sanft geneigten, oder nicht stark befahrenen Linien die angegebenen An nungen hinreichend gut verhielten, so glau wir dennoch, dass die genannten Constructio für Linien, auf welchen schnellfahrende verkehren, auf welchen der Verkehr ein starker ist, und vornehmlich auf welchen st Neigungen und lange Tunnels vorkommen, hinreichend stark sind.

Aus diesem Grunde werden in kurzem, in grossen Tunnel von Ronco, woselbst sich die

d tunnel de Ronco, dans laquelle
éunies les conditions difficiles indi-
ıs de trafic et de profil.

t. de l'État français. — Pour
: de l'augmentation croissante du
achines, nous avons commencé en
s poursuivons le remplacement des
par des rails de 40 *kg* et l'augmen-
nbre des traverses (une par rail de
ıx par rail de 11 *m*) sur les lignes
ar des trains express.

s coussinets a été augmentée pour le
et le nombre de tire-fond a été porté
is pour que la pression du coussinet
e soit répartie aussi uniformément

yon et à la Méditerranée. —
e aucune nouvelle modification.

du Midi (France). — La voie
ı la fatigue du trafic qu'elle supporte
s à l'étude de projet en vue de la
du type de voie actuellement en

de Paris à Orléans. — La voie
sus parait devoir résister longtemps
ıtense.

du Nord (France). — Nous ne
: changer le type de rails et de voie
ment par nous.
ndre quelques années pour voir s'il
ne nous l'espérons, les conditions
lide et durable.

de l'Ouest (France). — Pour les
tions de lignes parcourues par des
ss ou très fatiguées, nous avons
e de voie en rails à champignons
es de 12 *m* de longueur pesant
re, posés normalement sur dix-huit
ellement sur quinze traverses.
ons été amenés par les considérations
e vitesse et d'usure indiquées ci-

ge maximum par essieu de machine
ccessivement de 11 tonnes à 13 et

bezeichneten Verhältnisse des Verkehrs und der Neigungen vorfinden, Versuche mit einer neuen, stärkeren Construction vorgenommen werden.

Französische Staatsbahnen. — Um der Steigerung des Maschinengewichtes Rechnung zu tragen, wurde im Jahre 1892 mit dem Ersatz der Schienen von 38 *kg* durch solche von 40 *kg* begonnen, und wird diese Auswechslung fortgesetzt. Ebenso erfolgt eine Vermehrung der Schwellenanzahl (um 1 bei 5·5 *m* und um 2 bei 11 *m* langen Schiene) auf den von Expresszügen befahrenen Linien.

Aus demselben Grunde wurde die Auflagerfläche der Stühle vergrössert, und die Anzahl der Tirefonds von 2 auf 3 erhöht, damit der Druck des Stuhles auf die Schwelle so gleichförmig als möglich vertheilt werde.

Paris-Lyon-Mittelmeerbahn. — Es ist keine neue Abänderung in Aussicht genommen worden.

Frazösische Südbahn.— Das Gleis entspricht der durch den Zugverkehr hervorgerufenen Beanspruchung gut, und es besteht nicht die Absicht die gegenwärtig in Verwendung stehende Oberbau-Type abzuändern.

Eisenbahn Paris-Orléans. — Das beschriebene Gleis wird voraussichtlich lange Zeit einem intensiven Verkehre widerstehen.

Französische Nordbahn. — Man glaubt, dass man den neuestens angewendeten und oben beschriebenen Oberbau nicht wird wechseln müssen. Man muss übrigens noch einige Jahre abwarten, um zu sehen, ob er, — wie man hofft — die Bedingungen eines soliden und dauerhaften Gleises erfüllen wird.

Französische Westbahn. — Auf den von Expresszügen befahrenen oder sehr stark beanspruchten Linien oder Strecken wurde die Gleistype mit unsymmetrischen Doppelkopfschienen von 12 *m* Länge und 44 *kg* Gewicht per *m* eingeführt, welche normalmässig auf 18, ausnahmsweise auf 15 Schwellen aufliegen.

Hiezu führten die folgenden Erwägungen :

1° Die allmälige Steigerung des Achsdruckes der Locomotiven von 11 auf 13 und 15 *t*;

2° Les trains express, qui étaient tracés à 60 *km* à l'heure, le sont à 70 et 75 *km*, et la vitesse de pleine marche que les mécaniciens sont autorisés à atteindre, en cas de retard, peut atteindre 90 *km* à l'heure;

3° Le rail en acier s'usant régulièrement, l'usure peut atteindre 15 *mm*, sans qu'il cesse d'être en service. Eu égard à cette considération, il a été ajouté sur le champignon du roulement une épaisseur de 12 *mm* destinée à l'usure.

On pourra donc admettre sans inconvénient une usure totale de 17 *mm*, qui ne correspondra qu'à 5 *mm* sur la hauteur de notre rail de 38·75 *kg*.

D'un autre côté, le retournement du rail en acier arrivé à ce degré d'usure, n'étant plus possible, on a été conduit à la forme dissymétrique.

Le nouveau profil permet de se servir des mêmes coussinets qu'avec le rail de 38·75 *kg*.

Ch. de f. de l'État belge. — La voie en rails de 52 *kg* au mètre courant répond à la fatigue due à un trafic très intense, et ce, notamment, sur les lignes de Bruxelles à Anvers et de Bruxelles vers le grand-duché de Luxembourg.

On ne projette aucune modification.

Ch. de f. Hollandais. — Pour le moment, il n'est pas question d'apporter des modifications à la superstructure, la voie répond aux fatigues produites par les trains.

Ch. de f. égyptiens. — Les matériaux de la voie à cloches avec coins à spirale ont parfaitement supporté la circulation. Sans ballast, ils forment une bonne voie d'un entretien facile et d'un roulement doux. Leur coût plus élevé, estimé en 1888 à 2,450 florins et en 1891 à 2,253 florins supérieur par kilomètre à celui des rails Vignoles type de 1889, est la principale cause de leur abandon. Dans les terrains humides, ou lorsque le ballast de gravier est nécessaire, les cloches ne conviennent plus.

Ch. de f. de l'État russe (Saint-Pétersbourg à Varsovie). — Le type de la voie qu'on

2° Die Steigerung der Fahrgeschwi der Expresszüge von 60 *km* auf 70 und per Stunde, wobei die Führer im Fal Verspätung die Geschwindigkeit in de Strecke auch bis auf 90 *km* zu erhöhen be sind;

3° Die Abnutzung der Stahlschienen regelmässig und kann 15 *mm* erreichen, ol die Schienen dienstuntauglich werden. I blicke hierauf wurde dem Fahrkopfe eine Abnützung bestimmte Stärke von 12 *mm* gefügt.

Man kann also die unschädliche Gesa nutzung mit 17 *mm* annehmen, welcher 38·75 *kg* schweren Schienen eine solche vo gegenübersteht.

Andererseits ist das Wenden von Stal nen, welche einen solchen Grad der Abn erreicht haben, nicht mehr thunlich; d daher zur unsymmetrischen Form geführ

Das neue Profil gestattet die Verwendu selben Stühle wie jenes von 38·75 *kg*.

Belgische Staatsbahnen. — Das Gl Schienen von 52 *kg* per *m* entspricht der einen sehr intensiven Verkehr hervorger Beanspruchung, und zwar namentlich a Linien Brüssel-Antwerpen und von Brüss Grossherzogthum Luxemburg.

Irgend eine Abänderung wird nicht be tigt.

Holländische Eisenbahn-Gesellsch Für den Augenblick sind Abänderungen de bausystemes nicht in Aussicht genomm Gleis genügt der Beanspruchung durch di

Egyptische Eisenbahnen. — Das G teriale des Gussglocken-Oberbaues mit keilen, hat sich unter dem Zugverkehr v lich verhalten. Ohne Bettung, bildet es ei zu erhaltendes, sanft zu befahrendes Gleis

Seine hohen Kosten, welche im Jahr etwa um 2,450 Fl. und im Jahre 1891 e 2,253 Fl. pro *km* höher waren, als je Vignoltype von 1889, sind die wichtigste U warum es verlassen wurde. Auf nassem T oder wo Kiesbettung nothwendig ist, ents die Gussglocken nicht mehr.

Russische Staatsbahnen (Petersburg schau). — Die verwendete Gleistype ent

répond parfaitement à la fatigue
On ne projette aucun changement

vollkommen der durch den Zugsverkehr hervorgerufenen Beanspruchung. Es ist keinerlei Veränderung beabsichtigt.

's dynamiques des moteurs.

ıs résultats constatés en service
dans des expériences spéciales
aux et latéraux) Méthodes et
ıloyés pour déterminer les efforts
la superstructure par les véhi-

6° *Dynamische Wirkungen der Fahrzeuge.*

Angaben über Erhebungen im Betriebe, oder Ergebnisse von Specialversuchen (vertikale und Seitenkräfte). Mittel und Art der Erhebung der Wirkungen der Fahrzeuge auf den Oberbau.

—

lu Nord Empereur Ferdinand.
'exposé, les expériences ayant pour
er par la photographie les abais-
voie.

ɣon et à la Méditerranée. —
de M. Coüard sur les recherches
s des conditions de stabilité des
(numéros d'octobre et décembre
1888 et septembre 1889 de la
le).

l'État belge. — Voir à ce sujet la
n sur les expériences relatives à la
a voie, faite à la première section
Milan, par M. Huberti (*Compte*
ıl du Congrès international des
er, 3e volume, XXXIIIe question,

Kaiser Ferdinands-Nordbahn. — Siehe den Bericht : Versuche, die Einsenkungen auf photographischem Wege zu registriren.

Paris - Lyon - Mittelmeerbahn. — Siehe Coüard : *Experimentelle Untersuchungen der Bedingungen der Stabilität des Stahlgleises.* (*Revue générale*, October und December 1887, Juli 1888 und September 1889.)

Belgische Staatsbahnen. — Siehe die Mittheilung der bezüglichen Versuche über Durchbiegung des Gleises, welche für die 1. Section des Congresses zu Mailand von Huberti gemacht wurde. (*Allgemeiner Rechenschaftsbericht des internationalen Eisenbahnt-Congresses*, 3. Band, XXXIII. Frage, Seite 13.)

---

prises pour donner une plus
pacité de service aux construc-
ie existantes.

tion, en vue de permettre dans
ochain une plus grande vitesse
ɜ renforcer la construction de la
ɜrche-t-on à obtenir le résultat
ıne modification appropriée du
ɜtruction des moteurs?
ɜodes de construction a-t-on déjà
ıns ce but, et quels sont les résul-

7° *Massregeln zur Erzielung grösserer Leistungsfähigkeit vorhandener Gleisconstructionen.*

Werden behufs Ermöglichung einer höheren Zugsgeschwindigkeit in neuerer Zeit Verstärkungen des Oberbaues in Aussicht genommen, oder wird dieselbe durch entsprechend geänderte Bauart der Fahrbetriebsmittel angestrebt?

Welche Constructionen sind bereits zur Durchführung gelangt und mit welchen Erfahrungen?

—

eux s'opposer au che-
écher que les boulons
à la flexion;
moyen de fourrures
es éclissages qui ont
3.)
e des résultats précis

nt le nombre des tra-
u résultat avantageux
es devenant dansantes,
ont été diminuées de

'y a pas encore d'exé-
ıvre des éclisses d'un
é; les deux éclisses,
l'extérieure, contour-
ı ou les selles-coussi-
:lissage la plus grande
uvement de chemine-

ıux (réseau Adria-
ignes, le nombre des
·té de dix à onze pour
t de treize à quatorze
m.

ı Méditerranée. —
boggie pour les trains
janvier 1894.)
locomotives à grande
leux essieux accouplés
l'un en avant, l'autre
mées en locomotives à
ux moteurs ont été
ıprendre entre eux la

ı une chaudière beau-
: et ses cylindres sont
: de gravité; au con-
les rails est beaucoup
tances qui concourent
marche et à diminuer
ı voie.
:e en ordre de marche
.e raccourcissement de
sans diminuer la puis-
ıns nuire à l'économie
substitution de tubes

um dem Wandern der Schienen besser entgegenzutreten und eine Inanspruchnahme der Fussschrauben auf Biegung zu verhindern.

11° Ausfütterung locker gewordener Schienenstösse durch entsprechend starke Futterbleche. (Siehe Punkt V-3.)

Ergebnisse über die Erfolge dieser Massnahmen liegen noch nicht vor.

Die *sub 1* erwähnte Schwellenvermehrung hat sich indes schon jetzt insoferne vortheilhaft erwiesen als die Zahl der locker gewordenen Schwellen geringer ist, und daher auch die Erhaltungskosten sich niedriger stellen werden.

Beabsichtigt, — jedoch noch nicht durchgeführt, — ist die Verwendung von Laschen etwas stärkeren Profils, von denen sowohl Aussen- als Innenlasche die Platten (Keil- bezw. Stuhlplatten) umfasst, wodurch der Wanderbewegung der thunlichst grösste Widerstand entgegengesetzt wird.

Adriatisches Netz der italienischen Südbahn. — Auf einigen Linien wurde die Schwellenanzahl bei den 9 *m* langen Schienen von 10 auf 11, — und bei den 12 *m* langen Schienen von 13 auf 14 erhöht.

Paris-Lyon-Mittelmeerbahn. — Einführung von Locomotiven mit Drehgestellen für Schnellzüge. (*Revue générale*, Jänner 1894).

Die Locomotiven der Type 1879 mit 2 gekuppelten, *vor* der Feuerbüchse befindlichen Achsen, einer vorderen und einer hinteren Laufachse, wurden in Locomotiven mit Drehgestellen, einer *vor* der Feuerbüchse gelegenen Triebachse und einer *hinter* der Feuerbüchse liegenden Kuppelachse, umgestaltet.

Der Kessel wurde verkürzt, der Durchmesser der Siederohre vergrössert, Feuerbüchse und Dampfcylinder dem Schwerpunkte näher gerückt, und die Basis der Maschine verlängert. Dadurch wurde die Stabilität des Ganges vermehrt und die Wirkung der Seitenkräfte herabgemindert.

Das Dienst Gewicht der Locomotive wurde um 1,150 *kg* vermindert. Die Kürzung des Kessels konnte bewerkstelligt werden ohn edie Leistungsfähigkeit oder Oekonomie der Maschine zu beeinträchtigen, dadurch dass die Röhre von 50 *mm*

de 65 *mm* de diamètre extérieur aux tubes de 50 *mm* de diamètre extérieur.

Ces locomotives transformées permettaient de réduire la durée du parcours Paris-Marseille (862 *km*) de quatorze à cinquante-six minutes.

La vitesse commerciale est de 62 7 et de 63·53 *km* à l'heure. La charge de ces locomotives est de 210 tonnes. Elles ont une allure excellente sur la voie à toutes les vitesses auxquelles elles ont été essayées en tête de trains et qui se sont élevées jusqu'à 115 *km* à l'heure.

Ch. de f. de Paris à Orléans. — (La Compagnie, dans la lettre d'envoi des réponses au questionnaire, donne les renseignements ci-après.)

En laissant de côté la voie Vignoles de 30 et 36 *kg* le mètre, que nous supprimons graduellement, la voie *normale* de notre réseau est une voie double champignon avec rail symétrique de 38 *kg*, à joint éclissé en porte-à-faux et coussinet de 9·5 *kg*.

Avant 1884, la longueur des rails était de 5·5 *m* portés par six traverses. Depuis 1884, nous n'employons plus que des rails de 11 *m*, dont nous avons actuellement 4,000 *km* de voie simple en service. Le rail de 11 *m* repose sur douze traverses.

En 1889, nous avons adopté un nouveau type de voie *renforcée*, avec rail double champignon dissymétrique de 42 *kg* et coussinet de 18 *kg*.

Le coussinet renforcé s'applique au rail ordinaire de 38 *kg*, de même que le rail renforcé se loge dans notre coussinet ordinaire de 38 *kg*.

Les deux types de voie ont été décrits dans le numéro de juillet 1892 de la *Revue générale des chemins de fer*, dans une note qui a donné les justifications de la nouvelle voie renforcée.

Cette voie renforcée complète doit être peu à peu substituée à l'ancienne sur notre ligne principale de Paris à Bordeaux (582 *km* en double voie). Nous substituons le rail par longueur continue et le coussinet isolément, quand nous renouvelons les traverses en recherche. Nous avons actuellement la moitié de la ligne renouvelée en gros rail et le cinquième en gros coussinet.

Nous appliquons aussi la voie renforcée à cer-

ausseren Durchmesser durch solche von 65 ı
messer ersetzt wurden.

Mit diesen reconstruirten Maschinen wurd
Fahrzeit auf der 862 *km* langen Strecke P
Marseille um 14 bis 56 Minuten verkürzt.

Die mittlere Geschwindigkeit beträgt 62·7
63·53 *km* per Stunde. Die Zugsbelastung
diesen Locomotiven erreicht 210 Tonnen.
Maschinen haben bei allen Versuchen e
vorzuglich ruhigen Gang gezeigt bis zu Gesch
digkeiten von 115 *km* per Stunde.

Eisenbahn Paris-Orléans. — Die Bah
waltung theilt im *Begleitschreiben* zur B
wortung des Fragebogens Folgendes mit :

Abgesehen von dem Vignolgleis von 3(
36 *kg* per *m*, welches wir nach und nach b
gen, ist das *normale* Gleis unseres Netz
Gleis mit symmetrischen Doppelkopfsch
von 38 *kg*, mit verlaschtem schwebendem S
und 9·5 *kg* schweren Stühlen.

Vor 1884 war die Schienenlänge 5·5 *m*
wurde von 6 Schwellen gestützt. Seit 188
wenden wir nur mehr Schienen von 11 *m* l
von denen wir gegenwärtig 4,000 *km* ein
Gleis besitzen. Die 11 *m* lange Schiene ru
12 Schwellen.

Im Jahre 1889 haben wir eine neue *vers*
Gleistype angenommen, mit unsymmet
Doppelkopfschiene von 42 *kg* Gewicht u
18 *kg* schweren Stühlen.

Die verstärkten Stühle passen zu den ge
lichen Schienen von 38 *kg*, ebenso wie d
stärkte Schiene in unseren gewöhnlichen
für die 38 *kg*-Schiene eingelegt werden
Die beiden Gleistypen wurden in der Juli
mer der *Revue générale des chemins d*
unter Begründung des neuen verstärkten
beschrieben.

Dieses vollständig verstärkte Gleis wir
und nach an Stelle des alten auf unserer
linie Paris-Bordeaux (582 *km* Doppelgle
legt. Wir wechseln die Schienen zusamm
gend, die Stühle jedoch nur einzeln, an
der Schwellenerneuerung aus. Gegenwärti
wir die Hälfte der Linie mit starken Sc
und den fünften Theil mit starken Stüh
sehen.

Wir verwenden das verstärkte Gleis a

tains points spéciaux : les grands tunnels et les longs tabliers métalliques.

L'interchangeabilité des deux types de voie nous permet d'opérer des renforcements locaux.

C'est ainsi que nous appliquons le gros rail avec le coussinet ordinaire, sur certaines sections en pente, où le nombre et le poids des trains, descendant à freins serrés, donnent une usure exceptionnelle.

Nous employons aussi le gros coussinet avec le rail ordinaire dans les courbes raides (rayon de 400 *m* et au-dessous) des lignes accidentées.

Nous avons recours, enfin, à un troisième mode de renforcement : l'augmentation du nombre des traverses.

Nous avons, aujourd'hui, 1,772 *km* de voies principales simples armées de sept traverses au lieu de six par longueur de 5·5 *m*.

Nous tendons à ne pas augmenter ce système de renforcement, qui introduit dans la voie un gros élément de dépense d'entretien.

Ch. de f. de l'Ouest (France). — Ainsi qu'il est dit plus haut, nous avons renforcé la construction de la voie en substituant au rail en acier à double champignon, pesant 38·75 *kg* le mètre, le rail en acier dissymétrique de 44 *kg*; nous nous préoccupons, en outre, des moyens de consolider les joints des rails; l'essai de joint supporté dont il est question dans la réponse du § 3 du chapitre V est un premier résultat de nos études.

Ch. de f. de l'État belge. — Le type de voie en rail de 52 *kg* au mètre courant étant très résistant, on n'a pas eu à s'occuper, jusqu'ici, de la question posée ci-contre.

Ch. de f. Hollandais. — On ne prévoit pas dans un avenir prochain de modifications, ni dans la superstructure ni dans la construction des locomotives.

Ch. de f. égyptiens. — Aucune mesure n'a été prise pour augmenter la résistance des matériaux de voie à cloches, mais notre Administration a décidé le renouvellement de la totalité des 207 *km* de double voie entre le Caire et Alexandrie, et les travaux sont commencés.

gewissen besonderen Punkten : in grossen Tunnels und auf langen eisernen Brücken.

Die Verwechselbarkeit der 2 Gleistypen gestattet uns locale Verstärkungen vorzunehmen.

So verwenden wir die starke Schiene mit gewöhnlichen Stühlen in gewissen Gefällstrecken, woselbst die Anzahl und das Gewicht der Züge, welche mit angezogenen Bremsen herabfahren, eine besonders starke Abnutzung ergibt. Wir verwenden ferner starke Stühle mit gewöhnlichen Schienen in scharfen Curven (von 400 *m* Halbmesser und darunter) der geneigten Linien.

Wir haben endlich auch zu einer dritten Art der Verstärkung Zuflucht genommen : zur Erhöhung der Schwellenanzahl.

Gegenwärtig haben wir 1,772 *km* einfaches Hauptgleis mit 7 Schwellen anstatt 6 per 5·5 *m* Länge.

Dieses Verstärkungssystem, welches ein Element mit grossen Erhaltungskosten in das Gleis einführt, beabsichtigen wir nicht weiter zu treiben.

Französische Westbahn. — Wie bereits gesagt, wurde die Gleisconstruction dadurch verstärkt, dass die Doppelkopfschienen von 38·75 *kg* durch unsymmetrische Stahlschienen von 44 *kg* ersetzt worden sind.

Ausserdem beschäftigt man sich mit Mitteln zur Verstärkung des Schienenstosses; der Versuch mit dem unterstützten Stosse, von welchem im Punkt V/3 die Rede ist, war das erste Ergebnis dieser Studien.

Belgische Staatsbahnen. — Der Oberbau mit Schienen von 52 *kg* per *m* ist sehr widerstandsfähig, es war demnach bisher keine Veranlassung sich mit der hier gestellten Frage zu befassen.

Holländische Eisenbahn-Gesellschaft. — Für die nächste Zukunft sind Abänderungen weder im Oberbau, noch in der Construction der Locomotiven beabsichtigt.

Egyptische Eisenbahnen. — Irgend welche Massnahmen zur Erhöhung der Widerstandsfähigkeit des Gussglockenoberbaues sind nicht getroffen worden; es wurde jedoch die Erneuerung des gesammten 207 *km* langen Doppelgleises zwischen Cairo und Alexandrien beschlossen, und haben die Arbeiten bereits begonnen.

de 65 *mm* de diamètre extérieur aux tu
50 *mm* de diamètre extérieur.

Ces locomotives transformées permetta
réduire la durée du parcours Paris-M
(862 *km*) de quatorze à cinquante-six

La vitesse commerciale est de 62
63·53 *km* à l'heure. La charge de ces
est de 210 tonnes. Elles ont une allure
sur la voie à toutes les vitesses auxq
ont été essayées en tête de trains et
élevées jusqu'à 115 *km* à l'heure.

Ch. de f. de Paris à Orléans
pagnie, dans la lettre d'envoi de
questionnaire, donne les rense
après.)

En laissant de côté la voie V
36 *kg* le mètre, que nous supp
ment, la voie *normale* de notr
voie double champignon avec
38 *kg*, à joint éclissé en porte
de 9·5 *kg*.

Avant 1884, la longueur d
portés par six traverses.
n'employons plus que d
nous avons actuellement
en service. Le rail de
traverses.

En 1889, nous avon
de voie *renforcée*, ave
dissymétrique de 42

Le coussinet rem
naire de 38 *kg*, de
loge dans notre co

Les deux types
numéro de juill
chemins de fer,
justifications de

Cette voie re
peu substitu
cipale de Par
voie). Nous
tinue et le co
velons les tr
actuellement
gros rail et

Nous app

Die 42 kg schweren Vignolschienen werden mit zwei Winkellaschen an jedem Stosse verwendet. Das Gleis wird ausserdem mit Kies oder Steinschlag in einer Stärke von 10 bis 15 cm unter den Schwellen unterbettet.

Die Schwellen werden hauptsächlich aus kleinasiatischem oder türkischem Eichenholz hergestellt sein.

Was die 20 *km* Gleis betrifft, welche bereits (April 1894) mit Vignolesschienen von 42 *kg* Gewicht neu belegt sind, so entspricht dieses System vollkommen allen Anforderungen der wünschenswerthen Stabilität, sollte auch die Zuggeschwindigkeit wie auch das Maschinengewicht bedeutend *erhöht* werden.

Russische Staatsbahnen (Petersburg-Warschau). — Gegenwärtig ist weder die Zulassung einer grösseren Zugsgeschwindigkeit noch eine damit in Zusammenhang stehende Constructionsänderung des Gleises oder der Locomotiven in Aussicht genommen.

ANNEXE X. (BEILAGE X.)

Composition moyenne des trains.
(Durchschnittliche Zusammensetzung der Zugsgarnituren.)

LÉGENDE.

Wagen	= Nombre de wagons (de chaque espèce). (Les chiffres se trouvant au-dessus des différents véhicules indiquent combien il y a de wagons de cette espèce dans le train.)
'agen	
von Wien	= Direction de Vienne.
nach	= Direction vers Vienne.
agen	= Wagon à bagages.
lanzwagen	= — ambulant de la poste.
er Postambulanzwagen . . .	= — — — à deux corps articulés.
terswagen.	= — messageries.
Güter wagen	= — à marchandises couvert.
üterwagen	= — — découvert.
en	= — lit.
en	= — pour transport de lait.
gen	= — — de viande.
gen	= — — de charbon.
en.	= — — de victuailles.
ie	= Charges d'essieu.
gen	= Wagons vides.
Wagen	= — chargés.
. . . . .	= Écartement des essieux.
. . . . .	= En moyenne.

Des rails Vignoles de 42 *kg* par mètre seront employés avec deux éclisses cornières à chaque joint. La voie, d'ailleurs, sera ballastée en gravier ou caillasse avec une épaisseur de 10 à 15 *cm* de ballast sous la traverse.

Les traverses seront principalement en chêne d'Asie Mineure ou de Turquie.

A en juger par les 20 *km* de voie déjà renouvelée (avril 1894) avec des rails Vignoles de 42 *kg*, ce type de matériaux répondra parfaitement à tous les besoins de stabilité désirable, dût la vitesse des trains, ainsi que le poids des machines, être considérablement augmentée.

Ch. de f. de l'État russe (Saint-Pétersbourg à Varsovie). — On n'a pas en vue, pour le moment, de permettre une plus grande vitesse des trains, ni de modifier, par conséquent, la construction de la voie et des moteurs.

Die 42 *kg* schweren Vignolschienen werden mit zwei Winkellaschen an jedem Stosse verwendet. Das Gleis wird ausserdem mit Kies oder Steinschlag in einer Stärke von 10 bis 15 *cm* unter den Schwellen unterbettet.

Die Schwellen werden hauptsächlich aus kleinasiatischem oder türkischem Eichenholz hergestellt sein.

Was die 20 *km* Gleis betrifft, welche bereits (April 1894) mit Vignolesschienen von 42 *kg* Gewicht neu belegt sind, so entspricht dieses System vollkommen allen Anforderungen der wünschenswerthen Stabilität, sollte auch die Zuggeschwindigkeit wie auch das Maschinengewicht bedeutend *erhöht* werden.

Russische Staatsbahnen (Petersburg-Warschau). — Gegenwärtig ist weder die Zulassung einer grösseren Zugsgeschwindigkeit noch eine damit in Zusammenhang stehende Constructionsänderung des Gleises oder der Locomotiven in Aussicht genommen.

ANNEXE X. (BEILAGE X.)

Composition moyenne des trains.
(Durchschnittliche Zusammensetzung der Zugsgarnituren.)

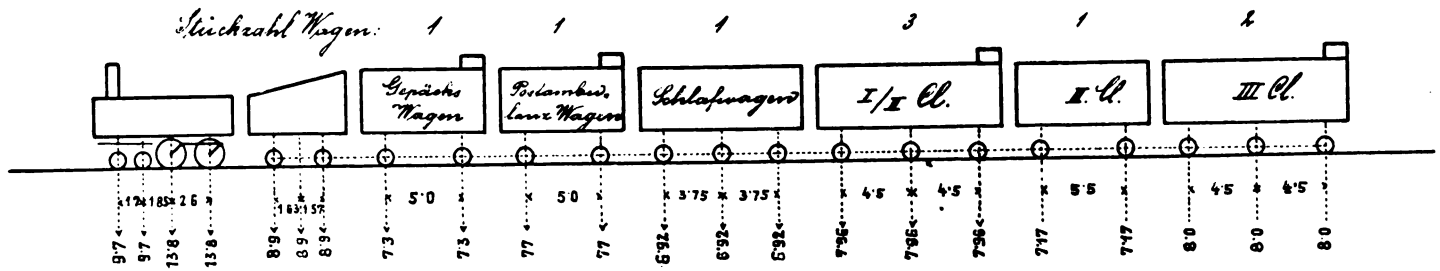
LÉGENDE.

Stückzahl Wagen . . . . . Anzahl Wagen	= Nombre de wagons (de chaque espèce). (Les chiffres se trouvant au-dessus des différents véhicules indiquent combien il y a de wagons de cette espèce dans le train.)
Richtung von Wien	= Direction de Vienne.
— nach	= Direction vers Vienne.
Gepäckswagen	= Wagon à bagages.
Postambulanzwagen	= — ambulant de la poste.
Gekuppelter Postambulanzwagen . . .	= — — — à deux corps articulés.
Packmeisterswagen.	= — messageries.
Gedeckter Güter wagen	= — à marchandises couvert.
Offener Güterwagen	= — — découvert.
Schlafwagen	= — lit.
Milchwagen	= — pour transport de lait.
Fleischwagen	= — — de viande.
Kohlenwagen	= — — de charbon.
Speisewagen.	= — — de victuailles.
Achsdrücke	= Charges d'essieu.
Leere Wagen	= Wagons vides.
Beladene Wagen	= — chargés.
Radstand	= Écartement des essieux.
Im Mittel	= En moyenne.

I. — Chemin de fer du Nord Empereur Ferdinand. (Kaiser Ferdinands-Nordbahn.)

A. Ligne de Vienne-Cracovie. (Linie Wien-Krakau.)

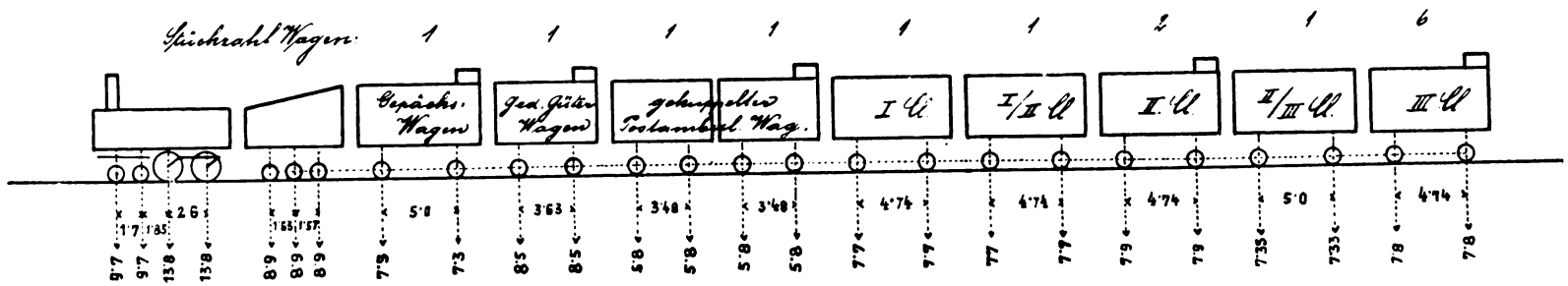
Trains rapides. (Schnellzüge.)



Tonnage brut (Bruttogewicht) :

Locomotive et (und) Tender	73·7t
Wagons. (Wagen)	184·7t
Total. (Zusammen)	258·4t

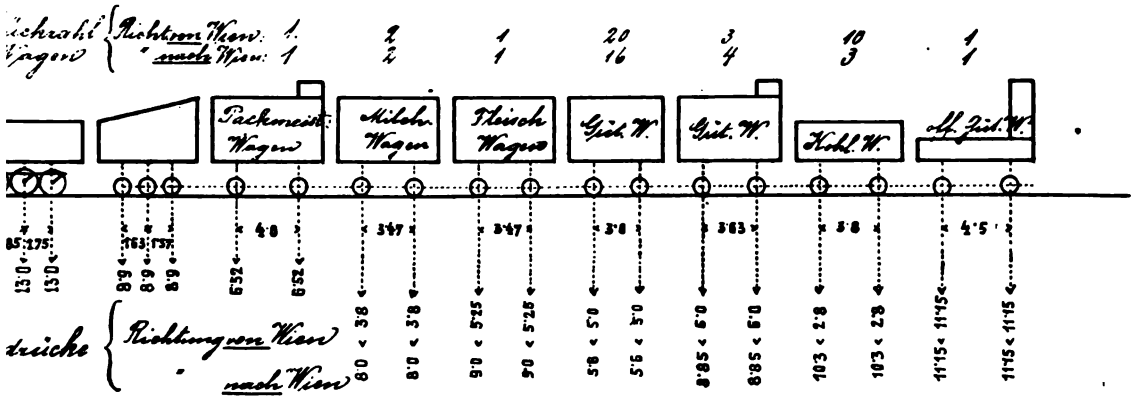
Trains de voyageurs ordinaires. (Personenzüge.)



Tonnage brut (Bruttogewicht) :

Locomotive et (und) Tender	73·7t
[illegible]	[illegible]

Trains de marchandises express. (Gütereilzüge.)



Tonnage brut (Bruttogewicht) :

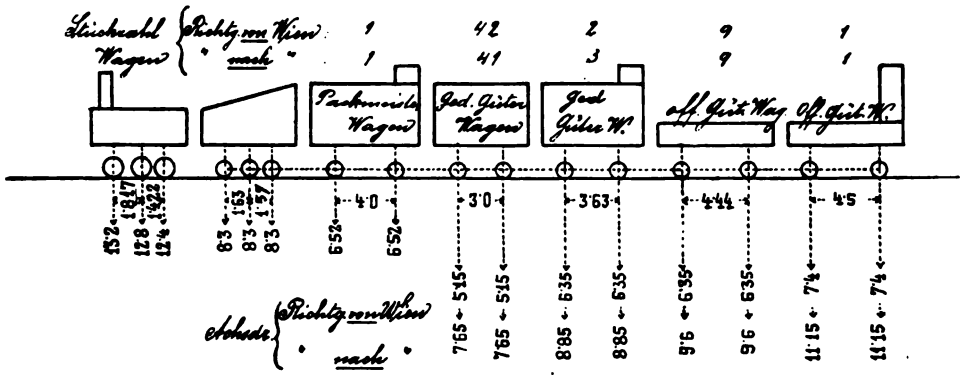
Direction de Vienne. (Richtung von Wien.)

Locomotive et (und) Tender	77·2ᵗ
Wagons. (Wagen)	353·0ᵗ
Total. (Zusammen)	430·2ᵗ

Direction vers Vienne. (Richtung nach Wien.)

Locomotive et (und) Tender	77·2ᵗ
Wagons. (Wagen)	397.1ᵗ
Total. (Zusammen)	474·3ᵗ

Trains de marchandises. (Güterzüge.)



Tonnage brut (Bruttogewicht :

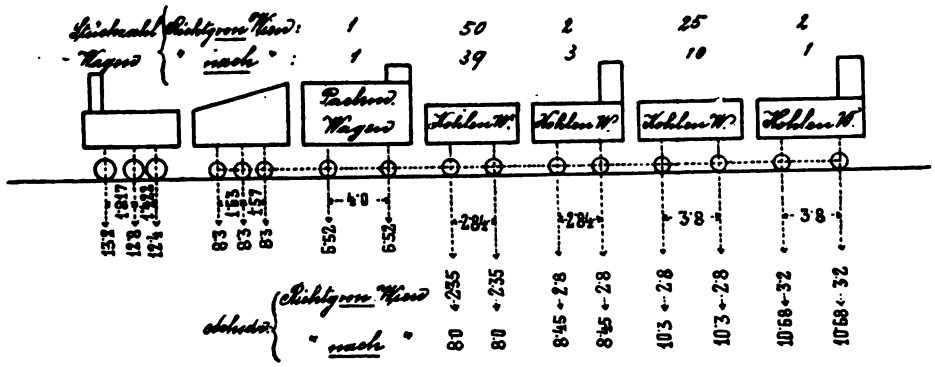
Direction de Vienne. (Richtung von Wien.)

Locomotive et (und) Tender	63·3ᵗ
Wagons. (Wagen)	600·1ᵗ
Total. (Zusammen)	663·4ᵗ

Direction vers Vienne. (Richtung nach Wien.)

Locomotive et (und) Tender	63·3ᵗ
Wagons. (Wagen)	888·5ᵗ
Total. (Zusammen)	951·8ᵗ

Trains de charbons. (Kohlenzüge.)



Tonnage brut (Bruttogewicht) :

Direction de Vienne. (Richtung von Wien.)

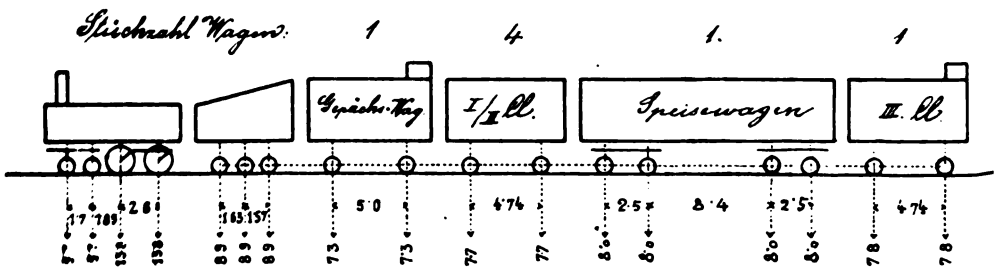
Locomotive et (und) Tender	63·3ᵗ
Wagons. (Wagen).	411·9ᵗ
Total. (Zusammen). . .	475·2ᵗ

Direction vers Vienne. (Richtung nach Wien.)

Locomotive et (und) Tender.	63·3ᵗ
Wagons. (Wagen).	915·1ᵗ
Total. (Zusammen). . .	978·4ᵗ

B. Ligne de Vienne à Brünn. (Linie Wien-Brünn.)

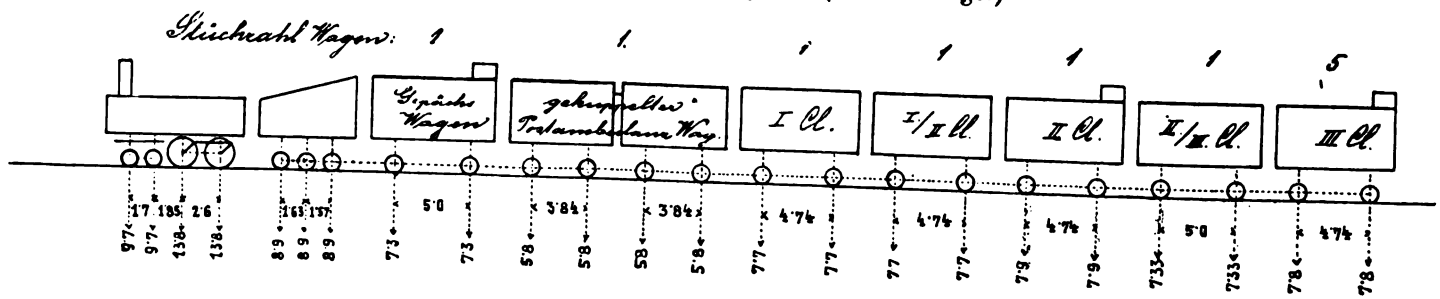
Trains rapides. (Schnellzüge.)



Tonnage brut (Bruttogewicht) :

Locomotive et (und) Tender	73 7ᵗ
Wagons. (Wagen).	123·8ᵗ
Total. (Zusammen). . .	197·5ᵗ

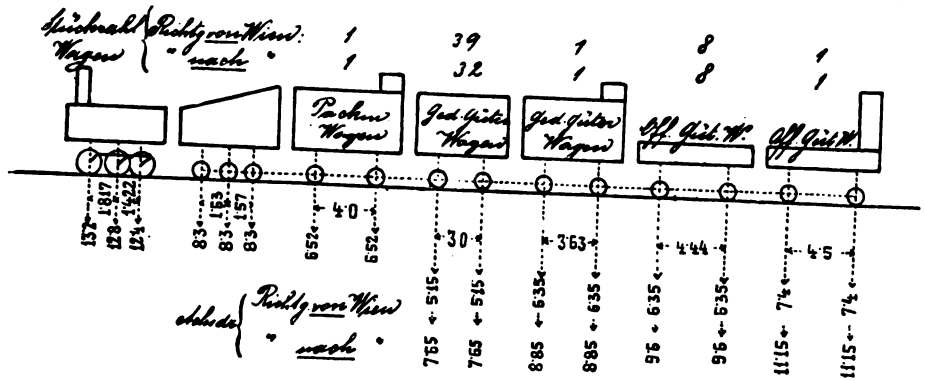
Trains ordinaires de voyageurs. (Personenzüge.)



Tonnage brut (Bruttogewicht) :

Locomotive et (und) Tender.	73·7t
Wagons. (Wagen)	177 1t
Total. (Zusammen). . .	250·8t

Trains de marchandises. (Güterzüge.)



Tonnage brut (Bruttogewicht) :

Direction de Vienne. (Richtung von Wien.)

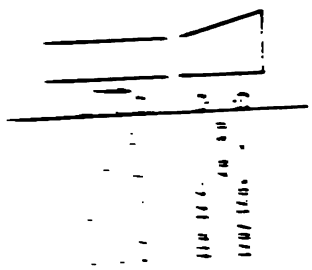
Locomotive et (und) Tender	63·3t
Wagons. (Wagen).	543.8t
Total. (Zusammen). . .	607·1

Direction vers Vienne. (Richtung nach Wien.)

Locomotive et (und) Tender	63·3t
Wagons. (Wagen).	680.9t
Total. (Zusammen). . .	744.2t

[illegible] — Société privilégiée austro-hongroise des chemins de fer de l'État. Priv. österr.-ung. Staats-Eisenbahn-Gesellschaft.)

Trains express. (Schnellzüge.)



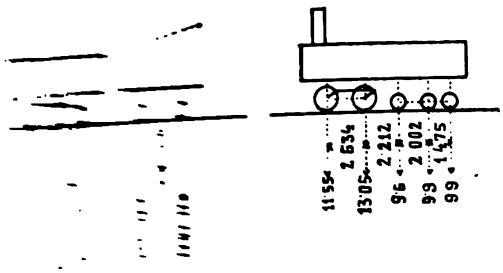
9-10 wagons (Wagen) avec (mit) 2 ou (o.) 3 essieux (Achsen) :

Écartement des essieux (Radst.)	Voitures à 2 essieux (2-achsig)	4·9-5·5 m
	— 3 — (3 —)	3·5+3·5=7
Charge d'essieu (Achsdr.)		5·53-6·17t

Tonnage brut (Bruttogewicht) :

Locomotive et (und) Tender	72·0-72·7
Wagons. (Wagen)	106·1-127·8
Total. (Zusammen)	178·1-199·8

Trains de voyageurs ordinaires. (Personenzüge.)



11-16 wagons (Wagen) avec (mit) 2 essieux (Ac

Écartement des essieux (Radst.)	3·5-
Charges d'essieu (Achsdr.)	4·68-

Tonnage brut (Bruttogewicht) :

Locomotive et (und) Tender	53·9-
Wagons. (Wagen)	101·0-1
Total. (Zusammen)	154·9-2

Trains omnibus. (Omnibuszüge.)

7-18 wagons à (Wagen mit) 2 ou (oder) 4 essieux (Achsen) :

Écartement des essieux (Radst.)	2 essieux (achsige)	3·5-4·9m
	4 —	5·2-6·3. Drehz. 1·7
Charge d'essieu (Achsdr.)		3·15-4·14t

Tonnage brut (Bruttogewicht) :

Locomotive et (und) Tender	53·9- 54·75
Wagons. (Wagen)	69·9-108·5
Total. (Zusammen)	123·8-163·25

Trains mixtes. (Gemischte Züge.)

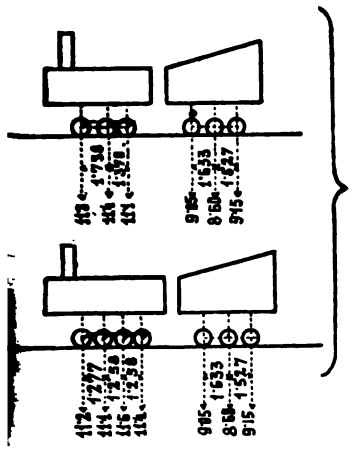
[illegible] wagons (Wagen) à (mit) 2 essieux (Achsen) :

[illegible] essieux (Radst.)	3·7-
[illegible] essieu (Achsdr.)	4· [illegible]

Tonnage brut (Bruttogewicht) :

[illegible] et und Tender	60·[illegible]
[illegible] Wagen)	177·8-
Total. (Zusammen)	238·4-

Marchandises express, marchandises, trains de charbon, etc.
(Gütereilzüge, Güterzüge, Kohlenzüge, etc.)



37-55 wagons (Wagen) avec (mit) 2 essieux (Achsen) :

Écartement des essieux (Radst.)	2·5 -4·5m
Charge d'essieu (Achsdr.)	4·45-5·11t

Tonnage brut (Bruttogewicht) :

Locomotive et (und) Tender	60·6- 72 1t
Wagon. (Wagen)	372·7-510 1t
Total. (Zusammen). . .	433·3-582·2t

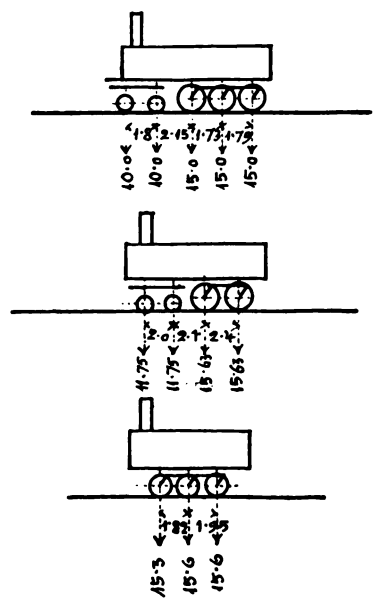
III. — Compagnie de la Südbahn (Autriche). (Oesterr. Südbahn-Gesellschaft.)

Pas de données. (Keine Angaben.)

IV. — Chemin de fer du Gothard. (Gotthard-Bahn.)

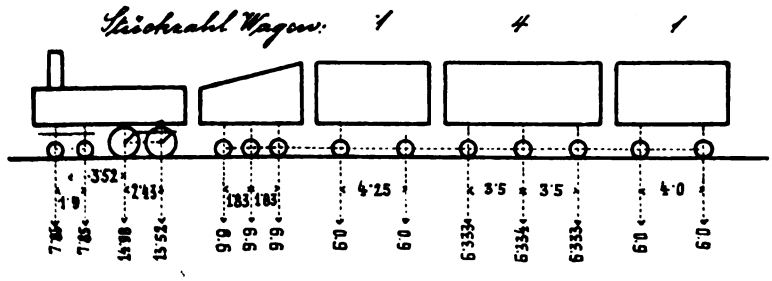
Au sujet de la composition des trains et de leur tonnage brut, il n'a pas été fourni de données.
(Ueber die Zusammensetzung der Züge und das Zugsbrutto wurden keine Angaben gemacht.)

Types des locomotives express. (Typen der Schnellzugslocomotiven.)



V. -- Méridionaux d'Italie, réseau Adriatique. (Adriatisches Netz der italienischen Si

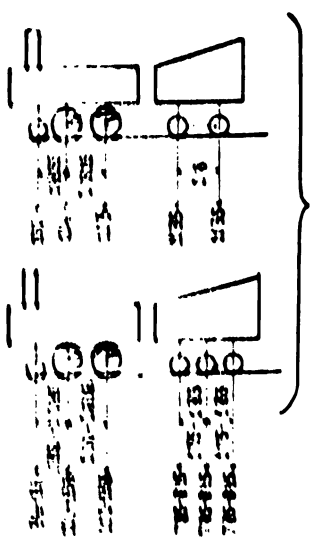
Trains rapides Milan-Bologne-Rome. (Schnellzüge Mailand-Bologna-Rom.)



Tonnage brut (Bruttogewicht) :

Locomotive et (und) Tender	73·9t
Wagons (Wagen).	100 0t
Total. (Zusammen.). . .	173·9t

Trains express, directs et semi-directs. (Express-directe u. halbdirecte Züge.)



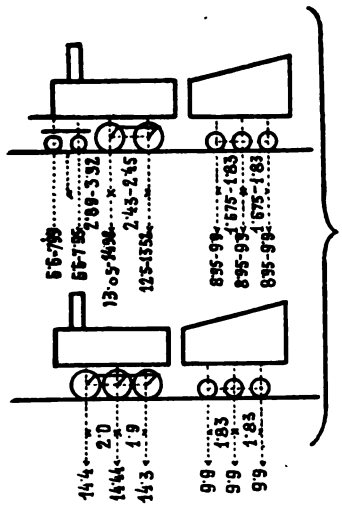
5-9 wagon-voyageurs. (Personenwagen.)

1-3 wagon-marchandises. (Guterwagen.)

Charge d'essieu (Achsdr.)	Wagons à voyageurs. (Personenwagen.)	4
	— à marchandises. (Guterwagen.)	4

Tonnage brut (Bruttogewicht) :

Locomotive et (und) Tender	5[illegible]
Wagons. (Wagen)	5[illegible]
Total. (Zusammen.). . .	11[illegible]



5-9 Wagon-voyageurs. (Personenwagen.)

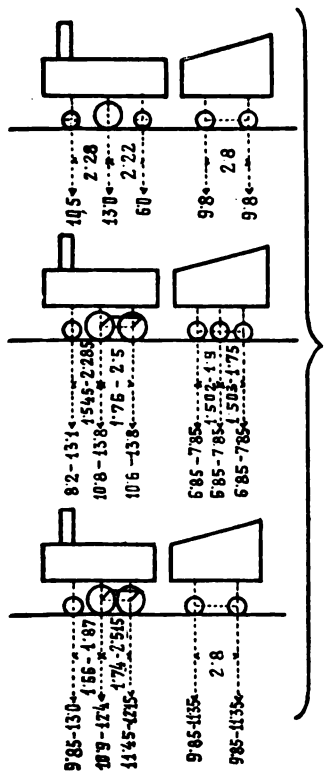
1-3 Wagons à marchandises. (Güterwagen.)

Charge d'essieu. (Achsdr.)	Wagons à voyageurs. (Personenwagen) . .	4·84t
	Wagons à marchandises. (Güterwagen) . . .	4·555-6·575t

Tonnage brut (Bruttogewicht) :

Locomotive et (und) Tender.	57·15- 74·1t
Wagons. (Wagen).	57·5 -126·6t
Total. (Zusammen). . .	114·65-200·7t

Trains-omnibus. (Omnibus-Züge.)



5-9 Wagon-voyageurs. (Personenwagen.)

4-8 Wagons à marchandises. (Güterwagen.)

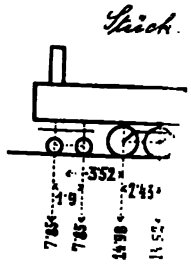
Charge d'essieu. (Achsdr.)	Wagons à voyageurs. (Personenwagen). . . .	4·84t
	Wagons à marchandises. (Güterwagen.) . . .	4·555-6·575

Tonnage brut (Bruttogewicht) :

Locomotive et (und) Tender.	49·1- 72·84t
Wagons. (Wagen).	84·8-192·33t
Total. (Zusammen.) . .	133·9-265·17t

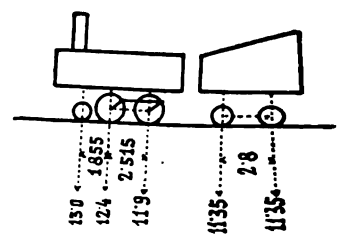
V. — Méridionaux d'Italie, [illegible]

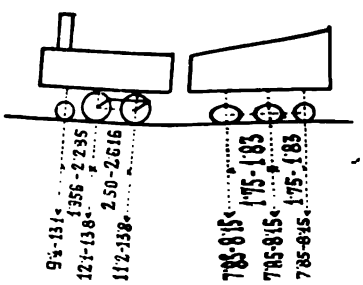
Trains rapides Mil[illegible]



Locomot[illegible]
Wagons

Trains express, di[illegible]





[illegible] voyageurs. (Personenwagen.)
[illegible] marchandises. Guterwagen.)

[illegible]	Wagons à voyageurs. Personenwagen	4·84[illegible]
[illegible]	Wagons à marchandises. Guterwagen	4·555·6[illegible]
	Tonnage brut. Bruttogewicht :	
	[illegible] und Tender	49·1-7[illegible]
	[illegible]	84·8-19[illegible]
	Total. Zusammen . . .	133·9-26[illegible]

[illegible] mixtes et trains directs de marchand[illegible]
[illegible]emischte Züge und directe Güterzüge.)
[illegible] de voyageurs. (mit Personenbeförderun[illegible]

Trains mixtes. (Gemischte Züge.)

[illegible] à voyageurs. (Personenwagen.
[illegible] à marchandises chargés. (Beladene Guterw[illegible]
[illegible] à marchandises vides. Leere Güterwag[illegible]

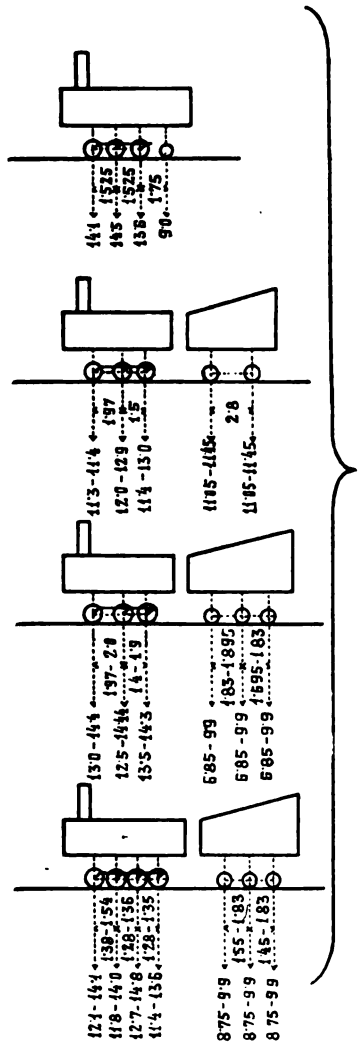
[illegible]	Wagons à voyageurs. (Personenwagen)	4·84[illegible]
	Wagons à marchandises chargés. (Beladene Guterwagen)	4·555-
	Wagons à marchandises vides. (Leere Guterwagen)	3·205·
	Tonnage brut (Bruttogewicht) :	
	[illegible] und) Tender	51·2-
	[illegible] Wagen).	110·9-
	Total. (Zusammen) . . .	162·1-

Trains de marchandises voyageurs.
Güterzüge mit Personenbeförderung.

[illegible] gons à voyageurs. (Personenwagen.
[illegible] à marchandises chargés. Beladene Guterw[illegible]
[illegible] gons à marchandises vides. (Leere Guterwag[illegible]

[illegible]	Wagons à voyageurs. (Personenwagen)	4·84[illegible]
	Wagons à marchandises chargés. Beladene Guterwagen	4·555
	Wagons à marchandises vides. Leere Guterwagen	3·205
	Tonnage brut. Bruttogewicht :	
	[illegible] et (und) Tender	51·2-
	[illegible] Wagen).	157·3-
	Total. (Zusammen). . .	208·5-

Trains de marchandises ordinaires. (Gewöhnliche Güterzüge.)



16-42 wagons à marchandises chargés (Beladene Güterwagen;

3-20 wagons à marchandises vides (Leere Güterwagen) :

Charges d'essieu. (Achsdr.)	Wagons à marchandises chargés. (Beladene Güterwagen) .	4·555-6·575t
	Wagons à marchandises vides. (Leere Güterwagen) . .	3·205t

Tonnage brut (Bruttogewicht) :

Locomotive et (und) Tender	51·2- 85·7t
Wagons. (Wagen)	229·6-680·5t
Total. (Zusammen). . .	280·8-766·2t

VI. — Chemin de fer italien de la Méditerranée. (Italienische Mittelmeerbahn.)

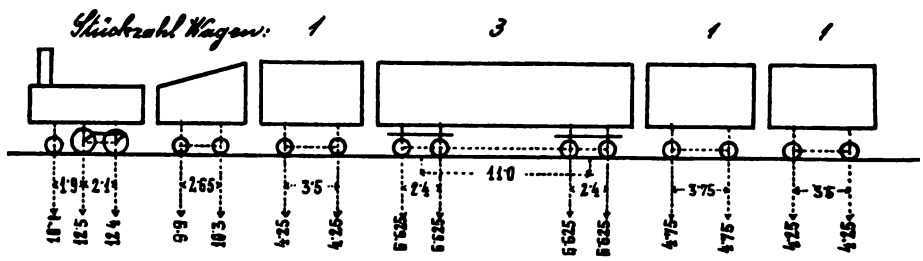
Pas de renseignements donnés. (Keine Angaben.)

VII. — Société des chemins de fer de la Sicile. (Sizilianische Eisenb.-Gesellschaft.)

Pas de renseignements fournis. (Keine Angaben.)

VIII. — Chemins de fer de l'État français. (Französische Staatsbahnen.)

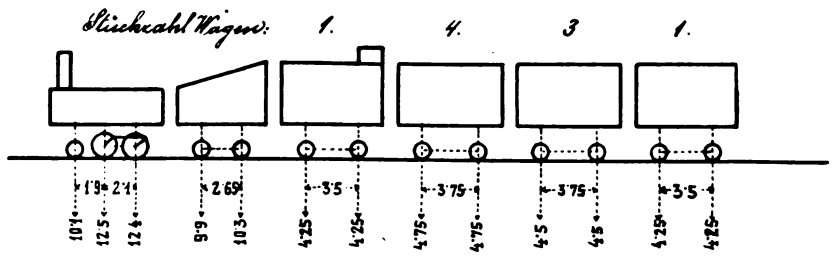
Trains express avec voitures à bogies. (Expresszüge mit Drehgestellwagen.)



Tonnage brut (Bruttogewicht) :

Locomotive et (und) Tender	55·2t
Wagons. (Wagen).	106·0t
Total. (Zusammen). . .	161·2t

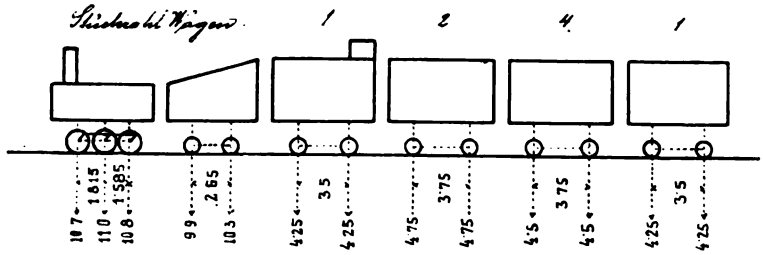
Trains express ordinaires. (Gewöhnliche Expresszüge.)



Tonnage brut (Bruttogewicht) :

Locomotive et (und) Tender	55·2t
Wagons (Wagen)	82·0t
Total. (Zusammen). . .	137·2t

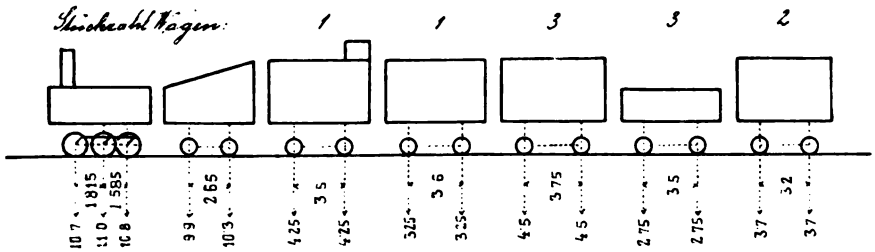
Trains omnibus. (Omnibuszüge.)



Tonnage brut (Bruttogewicht) :

Locomotive et (und) Tender	52·7t
Wagons. (Wagen)	72·0t
Total. (Zusammen). . .	124·7t

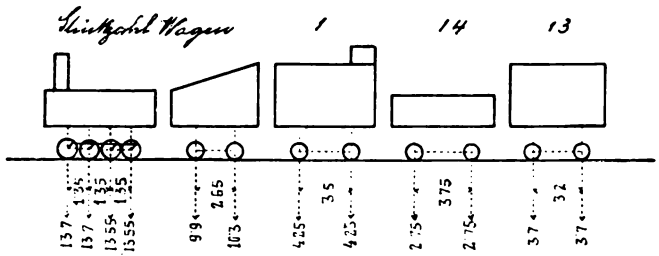
Trains mixtes (Gemischte Züge.)



Tonnage brut (Bruttogewicht) :

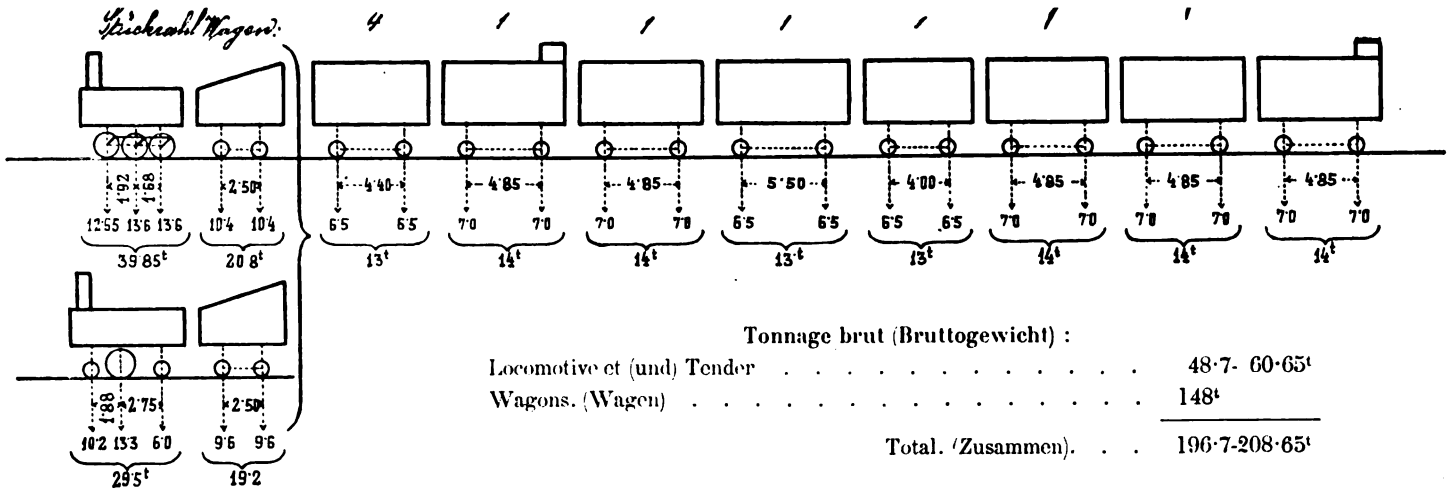
Lomotive et (und) Tender.	52·7t
Wagons. (Wagen).	73·3t
Total. (Zusammen). . .	126·0t

Trains de marchandises. (Güterzüge.)



Tonnage brut (Bruttogewicht) :

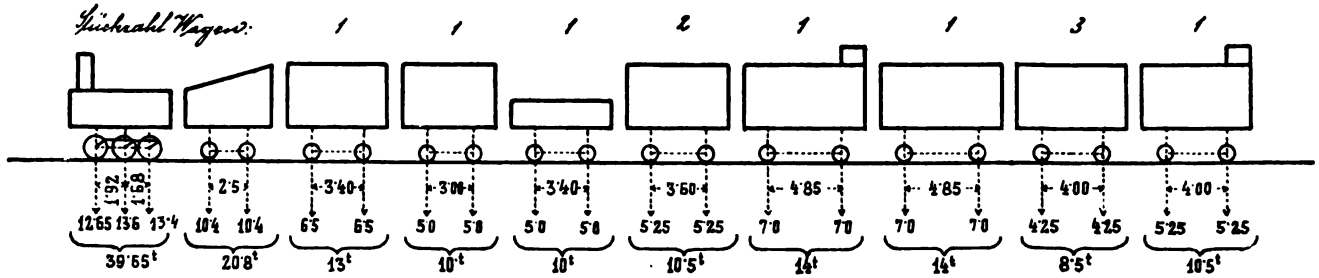
Locomotive et (und) Tender	74·7t
Wagons. (Wagen)	181·7t
Total. (Zusammen). .	256·4t



Tonnage brut (Bruttogewicht) :

Locomotive et (und) Tender	48·7- 60·65t
Wagons. (Wagen)	148t
Total. (Zusammen). . .	196·7-208·65t

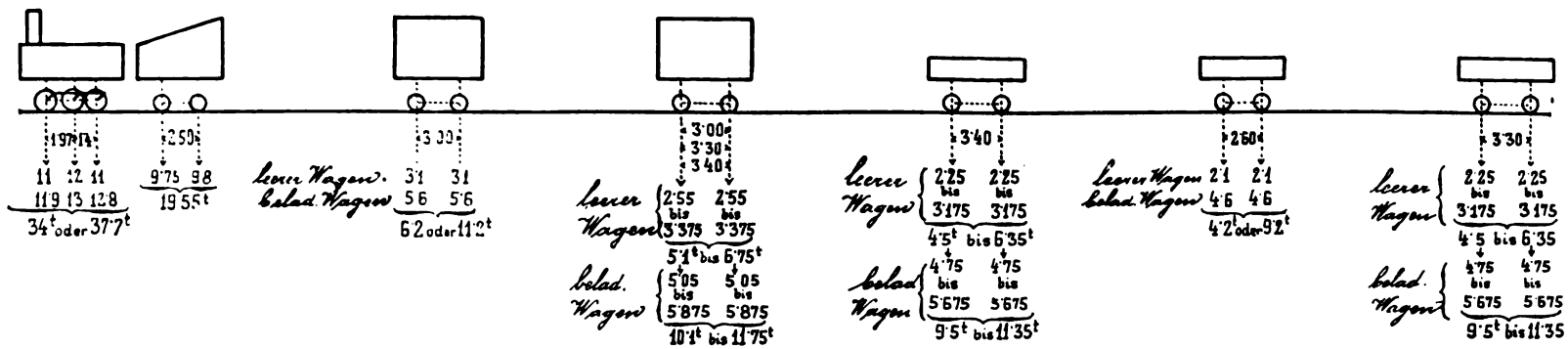
Trains mixtes. (Gemischte Züge.)



Tonnage brut (Bruttogewicht) :

Locomotive et (und) Tender	60·45t
Wagons. (Wagen)	118·0t
Total. (Zusammen). . .	178·45t

Trains de marchandises. (Güterzüge.)

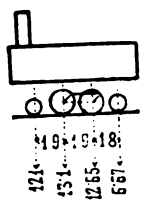


Tonnage brut (Bruttogewicht) :

Locomotive et (und) Tender	53·55t	57·25t
Wagons. (Wagen)	350·00t	350·00t
Total. (Zusammen)	403·55t	407·25t

XI. — Chemin de fer de Paris à Orléans. (Eisenbahn Paris-Orleans.)

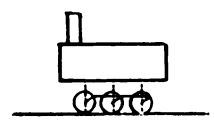
A. Ligne de Paris-Bordeaux. (Linie Paris-Bordeaux.)



Trains express. (Schnellzüge.)

Tonnage brut (Bruttogewicht) :

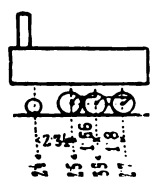
Wagons. (Wagen) 200t



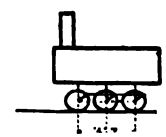
Trains de marchandises. (Güterzüge.)

Tonnage brut (Bruttogewicht) :

Wagons. (Wagen) 600t



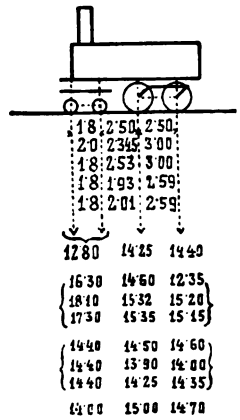
B. - En outre, sur d'autres lignes du réseau, on emploie des locomotives des deux types ci-contre, avec des vitesses de 55 kilomètres et au-dessus. (Ausserdem verkehren auf anderen Linien Locomotiven der nebenstehenden zwei Typen mit Geschwindigkeiten von 55 Kilometer pro Stunde und mehr.)

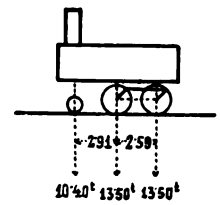


XII. — Chemins de fer du Nord français. (Französische Nordbahn).

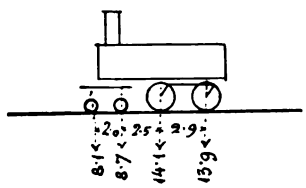
On a extrait de l'album des divers types de locomotives les types suivants : (Aus dem übersandten Locomotivtypenbuch seien hervorgehoben die nachfolgenden :)

Type de locomotives express. (Typen der Express-Locomotiven.)



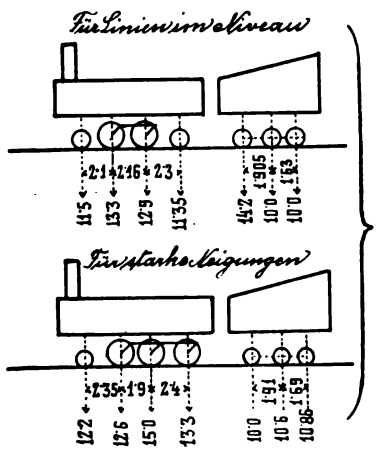


XIII. — Chemins de fer de l'Ouest français. (Französische Westbahn.)



Type de la locomotive express la plus puissante.
(Type der schwersten Schnellzugs-Locomotive.)

XIV. — Chemin de fer de l'État belge. (Belgische Staatsbahnen.)



Trains express. (Expresszüge.)
6-10 wagons. (Wagen.)

Écartement des essieux (Radst.) :

3 essieux (Achsig)	3·5 + 3·5 = 7*m*
4 essieux (Achsig)	9·1 *m*
Bogies (Drehgestelle) . . .	2·2 *m*

Tonnage brut (Bruttogewicht) :

Locomotive et (und) Tender	83·25- 84·56t
Wagons. (Wagen).	94·00-169·00t
Total. (Zusammen). . .	177·25-253·56t

Trains de voyageurs ordinaires.
(Personenzüge.)
8-11 wagons (Wagen) : 110-181t

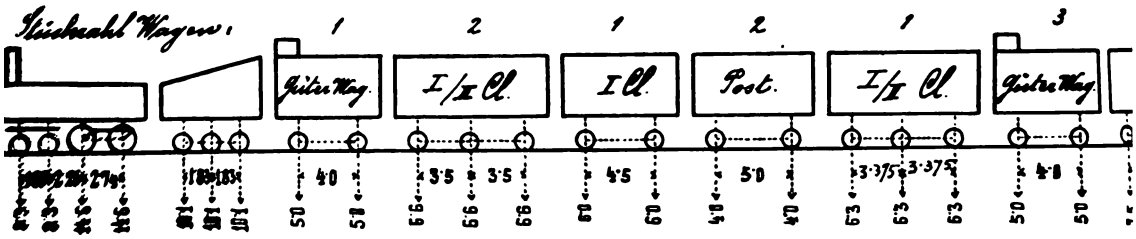
Trains légers. (Secundärzüge.)
5-8 wagons (Wagen) : 50-77t

Trains de marchandises.
(Güterzüge.)
22-32 wagons (Wagen) : 274-441t

Trains de la route (Materialzüge.)
11-18 wagons (Wagen) : 122-357t

XV. — Compagnie du chemin de fer Hollandais. (Holländische Eisenbahn-Gesellschaft.)

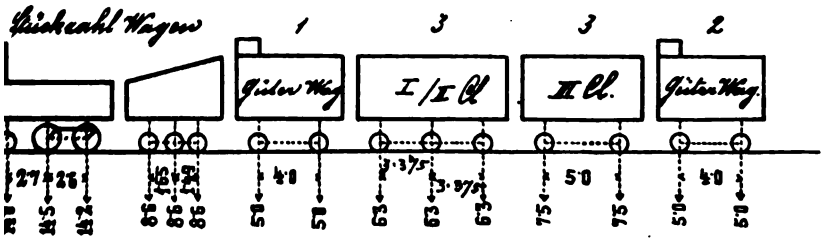
Trains express. (Schnellzüge.)



Tonnage brut (Bruttogewicht) :

Locomotive et (und) Tender	76.1t
Wagons. (Wagen)	141.5t
Total. (Zusammen)	217.6t

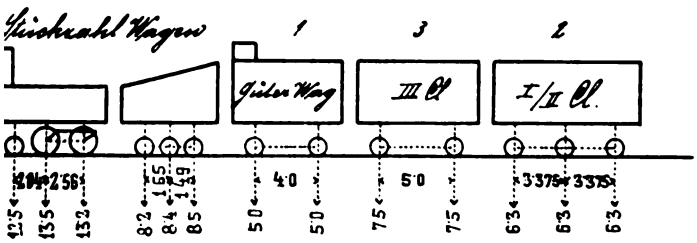
Trains de voyageurs directs. (Directe Personenzüge.)



Tonnage brut (Bruttog

Locomotive et (und) Tender	
Wagons. (Wagen)	
Total. (Zuzammen)	

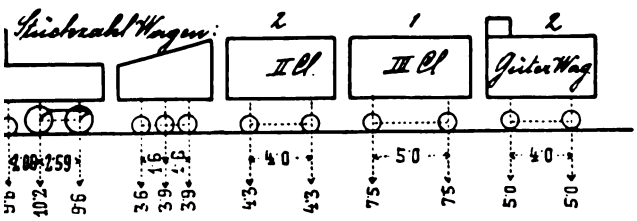
Trains de voyageurs ordinaires. (Gewöhnliche Personenzüge.)



Tonnage brut (Bruttogewicht

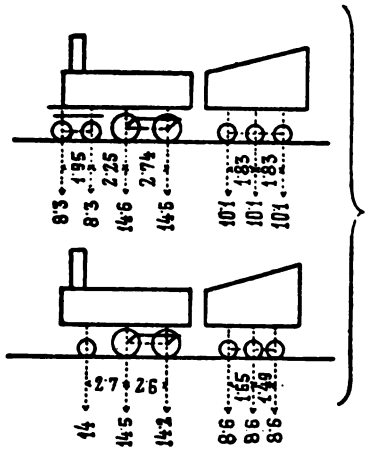
Locomotive et (und) Tender	
Wagons. (Wagen)	
Total. (Zusammen)	

Trains légers omnibus. (Leichte Omnibuszüge.)



Tonnage brut (Bruttogewicht)

Locomotive et (und) Tender	
Wagons. (Wagen)	
Total. (Zusammen)	

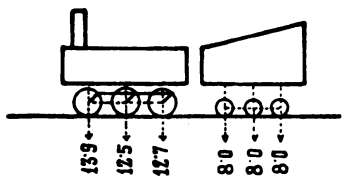


Trains de marchandises express. (Gütereilzüge.)

25 wagons. (Wagen.)

Tonnage brut (Bruttogewicht) :

Locomotive et (und) Tender 68.5-76.1ᵗ



Trains de marchandises. (Güterzüge.)

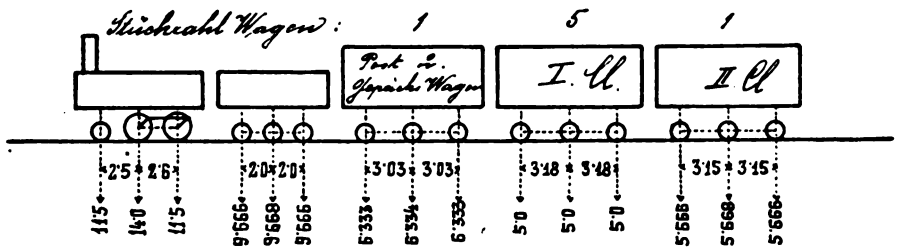
50 wagons. (Wagen.)

Tonnage brut (Bruttogewicht) :

Locomotive et (und) Tender 63.1ᵗ

XVI. — Chemins de fer égyptiens. (Egyptische Eisenbahnen.)

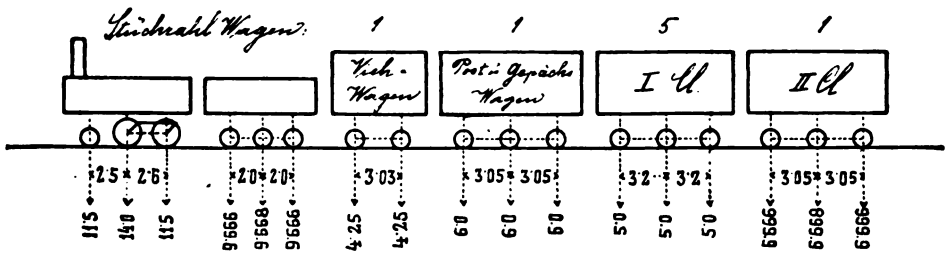
Trains express Le Caire-Alexandrie. Expresszüge : (Kairo-Alexandrien.)



Tonnage brut (Bruttogewicht) :

Locomotive et (und) Tender	66ᵗ
Wagons. (Wagen)	111ᵗ
Total. (Zusammen. . .	177ᵗ

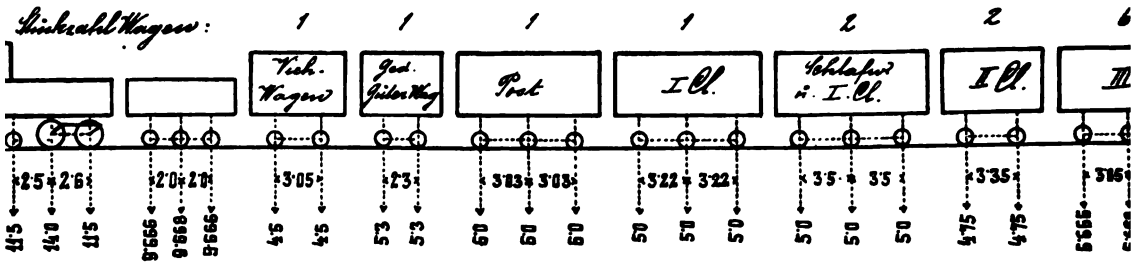
Trains express Le Caire-Ismaïla. (Expresszüge : Kairo-Ismaïla.)



Tonnage brut (Bruttogewicht) :

Locomotive et (und) Tender	66ᵗ
Wagons. (Wagen)	121.50ᵗ
Total. (Zusammen). . .	187.50ᵗ

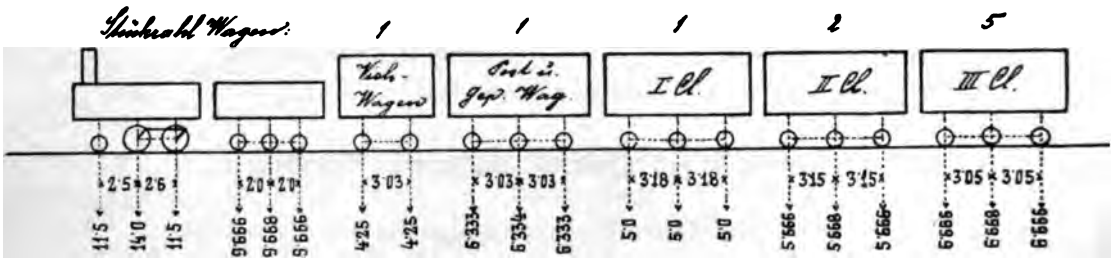
Trains express Le Caire-Girgueh. (Expresszüge Cairo-Girgueh.)



Tonnage brut (Bruttogewicht) :

Locomotive et (und) Tender	66t
Wagons. (Wagen)	221·6t
Total. (Zusammen). . .	287·6t

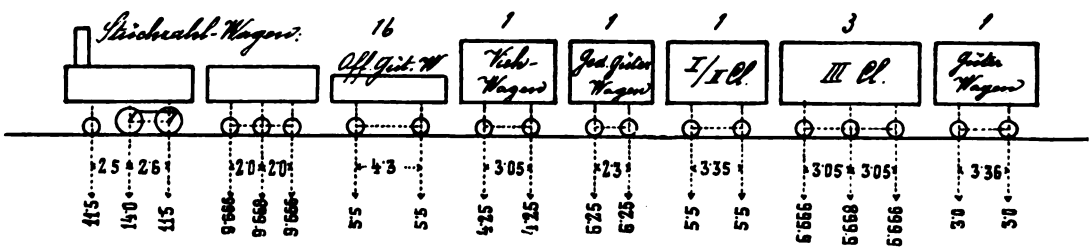
Trains locaux. (Localzüge.)



Tonnage brut (Bruttogewicht) :

Locomotive et (und) Tender	66·0t
Wagons. (Wagen)	176·5t
Total. (Zusammen). . .	242·5t

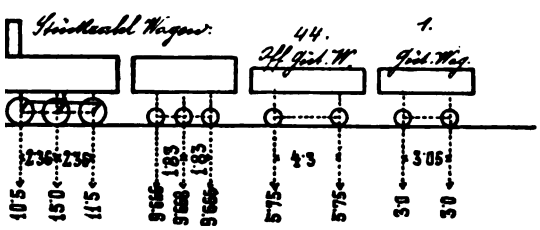
Trains mixtes. (Gemischte-Züge.)



Tonnage brut (Bruttogewicht) :

Locomotive et (und) Tender	66t
Wagons. (Wagen)	274·1t
Total. (Zusammen). . .	340·1t

Trains de marchandises. (Güterzüge.)

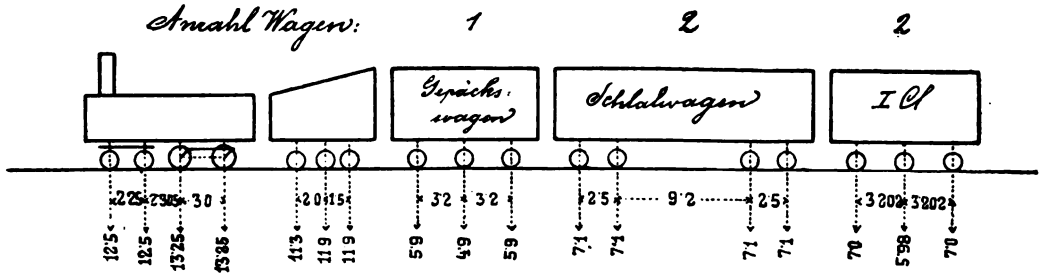


Tonnage brut (Bruttogewicht) :

Locomotive et (und) Tender	
Wagons. (Wagen)	
Total. (Zusammen). .	

XVII. — Chemins de fer de l'État russe. (Russische Staatsbahnen.)

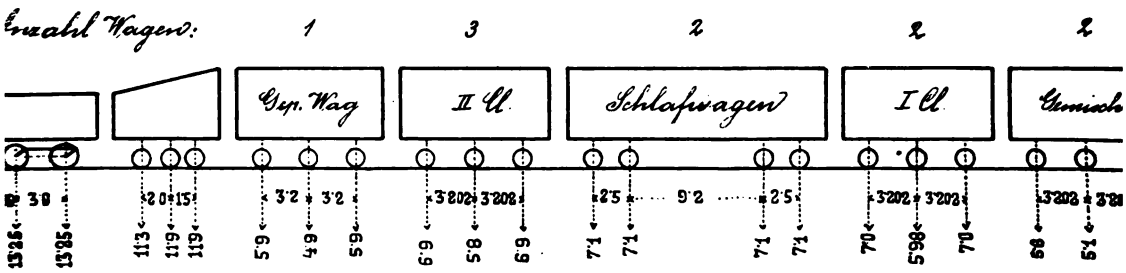
Trains express Saint-Pétersbourg-Viertzebolovo. (Expresszüge Petersburg-Wirballen.)



Tonnage brut (Bruttogewicht) :

Locomotive et (und) Tender	86·6t
Wagons. (Wagen)	113·46t
Total. (Zusammen)	200·06t

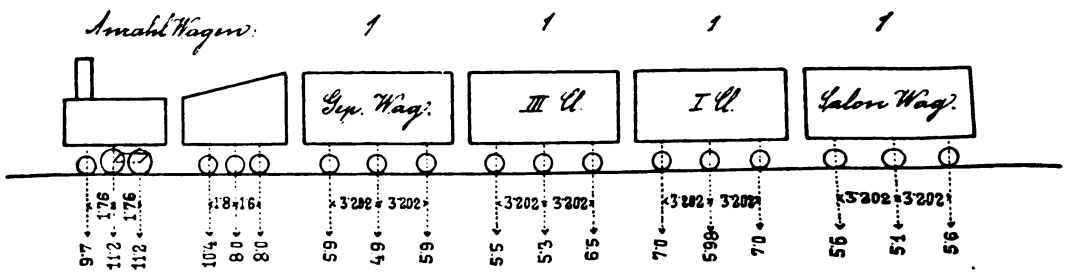
Trains express Saint-Pétersbourg-Vilna. (Expresszüge Petersburg-Vilna.)



Tonnage brut (Bruttogewicht) :

Locomotive et (und) Tender	86·6t
Wagons. (Wagen)	204·86t
Total. (Zusammen)	291·46t

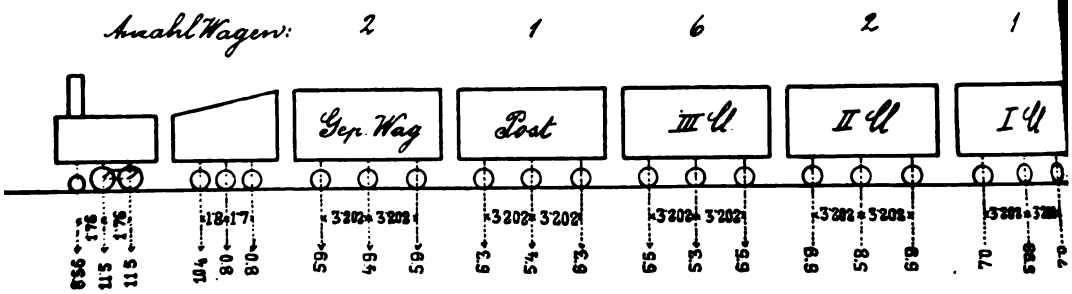
Trains express Saint-Pétersbourg-Varsovie. (Expresszüge Petersburg-Warschau.)



Tonnage brut (Bruttogewicht) :

Locomotive et (und) Tender	58·5t
Wagons. (Wagen)	71·28t
Total. (Zusammen)	129·78t

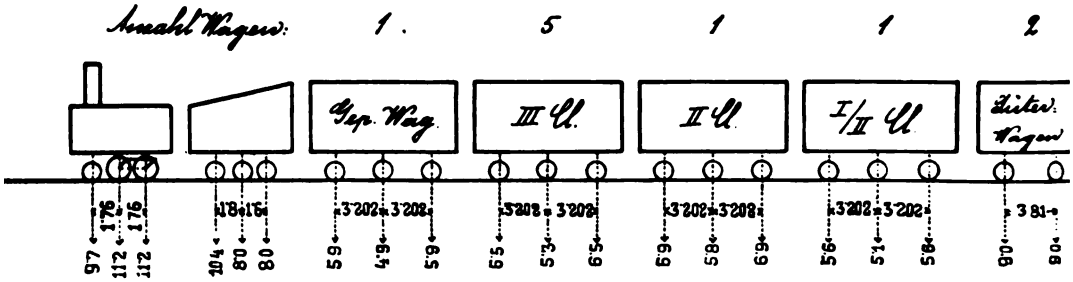
Trains de voyageurs Saint-Pétersbourg-Varsovie. (Personenzüge Petersburg-Warschau.)



Tonnage brut (Bruttogewicht) :

Locomotive et (und) Tender	57·96t
Wagons. (Wagen)	220·38t
Total. (Zusammen). . .	278·34t

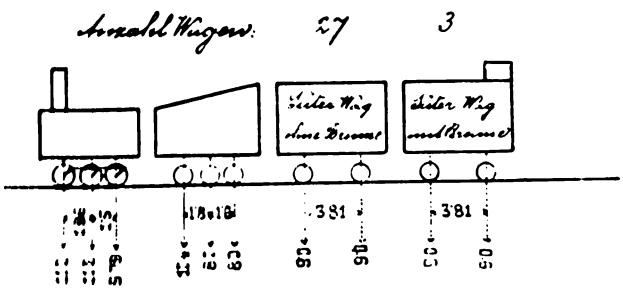
Trains mixtes Bielostok-Varsovie. (Gemischte Züge Bielostok-Warschau.)



Tonnage brut (Bruttogewicht) :

Locomotive et (und) Tender	58·5t
Wagons. (Wagen)	180·1t
Total. (Zusammen). . .	238·6t

Trains de marchandises. (Güterzüge.)



Tonnage brut (Bruttogewicht

Locomotive et (und) Tender. . . .	
Wagons. (Wagen)	
Total. (Zusammen). . .	

ADDENDA

AU 2e EXPOSÉ (PAYS DE LANGUE ANGLAISE) DE LA QUESTION DU RENFORCEMENT DES VOIES EN VUE DE L'AUGMENTATION DE LA VITESSE DES TRAINS (ARTICLE I DU QUESTIONNAIRE DE LA CINQUIÈME SESSION DU CONGRÈS)

Par W. HUNT

INGÉNIEUR EN CHEF DE LA VOIE DU LANCASHIRE AND YORKSHIRE RAILWAY

ANNEXE *A*. — Rails.

QUESTIONS.	Angleterre.	Amérique.	Austr
	London Tilbury and Southend Railway. (Pl. 32.)	Atchison Topeka and Santa Fé. (Pl. 33 et 34.)	Chemin Sud aus (Pl.
Poids du rail . . { Par mètre.	35 1/2 kilog.	26, 28, 32 1/2, 33 et 35 kil.	39 1,1
Poids du rail . . { Par yard .	(72 livres).	(52, 56, 66, 67 et 71 livres).	(80 l
Longueur	7m31 (24 pieds).	9m14 (30 pieds).	9m14 (
Trous des boulons d'éclisse :			
a) Nombre	Quatre.	Quatre ou six.	Qu
b) Forme	En coulisse.	Ovale.	O
c) Distance des trous de centre à centre.	114 mill. (4 1/2 pouces).	127 mill. (5 pouces).	140 mill. (
d) Distance de l'extrémité du rail au centre du trou le plus proche	57 mill. (2 1/4 pouces).	60 mill. (2 3/8 pouces).	67 mill. (
La voie est-elle renouvelée lorsque, par l'usure, le rail descend à un minimum fixé par unité de longueur ?	Non.	Pas de règles spéciales pr les renouvellements. On les effectue suivant ce que les circonstances exigent, en tenant compte du trafic et des charges.	Pas de règl
Dans l'affirmative, quel est ce poids ?	"		
La voie est-elle renouvelée lorsque par l'usure, les rails ont une épaisseur minimum au bourrelet supérieur ou une hauteur totale minimum ?	Hauteur totale minimum.		
Dans l'affirmative, indiquez cette épaisseur ou cette hauteur minimum	De 132 à 119 millimètres. (5 3/16 à 4 11/16 pouces).		
Avez-vous employé des rails d'une longueur inusitée, 18m29 (60 pieds) et au delà ?	Non.	Non.	N
Dans l'affirmative, indiquez le but et le résultat	"	"	

XE *B*. — Fabrication des rails et épreuves.

ESTIONS.	Angleterre. London Tilbury and Southend Railway. (Pl. 32.)	Amérique. Atchison Topeka and Santa Fé. (Pl. 33 et 34.)	Australie. Chemins de fer Sud australiens. (Pl. 35.)
rocédé de fabrication rails?			
er acide	Bessemer.	Bessemer acide.	Bessemer acide.
ɜ-Martin acide . .	"	"	"
dans les fours Sie-artin	"	"	"
euves les rails sont-ils réception?			
xion	Bout de rail de $1^{m}524$ (5 pieds) de long placé sur de solides supports en fer distants de $1^{m}067$ (3 pieds 6 pouces), soumis à des chocs successifs au moyen d'un poids de 816 kilog. (1,800 livres), tombant d'une hauteur de $1^{m}83$ (6 pieds). Les rails ne doivent pas se rompre au troisième coup ou avant, ni prendre après le premier coup une flèche permanente de plus de 41 mill. (1 5/8 pouce).	Pas d'épreuves spéciales. On s'en rapporte à la réputation du fabricant.	Le rail placé sur des supports distants de $0^{m}914$ (3 pieds) doit supporter quatre fois le choc d'un poids de 660 kilog. (13 quintaux) tombant d'une hauteur de $3^{m}05$ à $4^{m}88$ (10 à 16 pieds) sans se rompre. Il doit porter pendant 10 minutes une charge de 15,240 kilog. (15 tonnes) sans flèche permanente.
ues.	"	"	"
nsion :			
ɔture en tonnes par rface	"	"	"
pour cent . . .	"	"	"
e surface : pour cent.	"	"	"
ıts sur les mérites re-ıcier dur et de l'acier	"	L'acier dur n'a jamais été essayé.	"

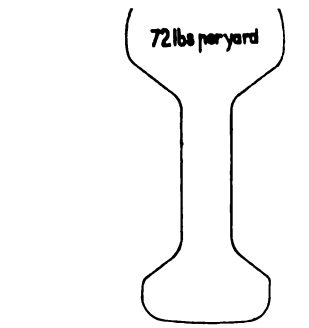
UESTIONS.	Angleterre. London Tilbury and Southend Railway. (Pl. 32.)	Amérique. Atchison Topeka and Santa Fé. (Pl. 33 et 34.)	Australie. Chemins de fer Sud australiens. (Pl. 35.)
de joint employé donne-faction?	Oui.	En partie.	Oui. La forme spéciale du rebord épais des éclisses assure à celles-ci la solidité nécessaire et, en permettant de rapprocher suffisamment les traverses voisines, donne l'appui nécessaire.
gative, à quel point de ait-il être amélioré pour l'ensemble de la voie itance uniforme? . .	»	La solution du problème n'a pas encore été trouvée.	»
es rails sont-ils fixés aux ?			
oyen de coussinets sur erses en bois? . . .	Oui.		
oussinet	19.5 kilog. (43 livres).		
la base du cent. carrés / t en . . pouc. carr.	632.3 centimètres carrés (98 pouces carrés).		
-on entre le coussinet verse du feutre ou une tière?	Non.		
nets contre-joints sont-ils modèle que les autres? négative, donnez des	Oui.	Pas de coussinets.	Pas de coussinets.
nents complets sur le attache du coussinet sur se.	3 chevilles fer forgé de 130 millim. (5 1/8 pouces) de longueur, de 19 millim. (3/4 pouces) de diamètre sous la tête.		
nplets sur le mode d'at-rail à patin sur la tra-	»	Par des chevilles en fer sans autre indication	Par 12 boulons (*fang bolts*) et 12 chevilles en fer à l'extérieur du rail, et par 24 chevilles en fer à l'intérieur.

XE *E.* — **Ballast.**

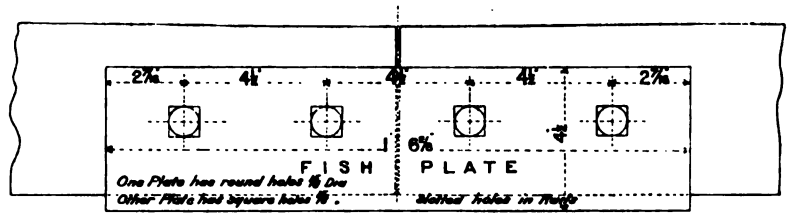
ESTIONS.	Angleterre. London Tilbury and Southend Railway. (Pl. 32.)	Amérique. Atchison Topeka and Santa Fé. (Pl. 33 et 34.)	Australie. Chemins de fer Sud australiens. (Pl. 35.)
oyée pour la couche	Argile cuite, calcaire. Briquaillons et pierrailles.	Pierre.	Généralement calcaire concassé ou pierraille de carrière, parfois gravier de rivière.
pierre, indiquez les des mailles du tamis .	Pas de dimensions.	Anneau de 51 millimètres (2 pouces).	Anneau de 63 millimètres (2 1/2 pouces).
la couche de ballast	229 mill. (9 pouces).	254 mill (10 pouces).	152 mill. (6 pouces dans les régions de plaines. 229 mill. (9 pouces) dans les régions montueuses.
des scories, indiquez t ou non passées au	"	"	"
oyée pour la couche de ballast	Ballast de carrière, craie, toujours recouverts de gravier ou de scories.	Cendres, scories, gravier, argile cuite et pierre.	Comme le ballast de fond
a couche supérieure.	534 mill. (21 pouces) en moyenne.	152 mill. (6 pouces).	178 à 216 millimètres (7 à 8 1/2 pouces).
érieure recouvre-t-elle et, dans l'affirmative, mesure?	Oui. 102 mill. (4 pouces).	Non.	Oui. 76 mill. (3 pouces).
ces résultent de l'ematière choisie comme	Les matières adoptées pour le ballast de fond facilitent le drainage et empêchent l'argile de s'amollir et de s'insinuer dans le ballast supérieur en le rendant sale et humide. Il est excessivement utile d'employer des scories aux extrémités des traverses pour laisser l'eau s'échapper librement des deux côtés du ballast supérieur. On emploie surtout la craie comme ballast supérieur à l'extrémité extérieure des traverses.	Les cendres et l'argile cuite donnent une voie plus douce, les scories et la roche une voie plus durable.	Un bon drainage et une infrastructure bonne et élastique.

PLANCHES

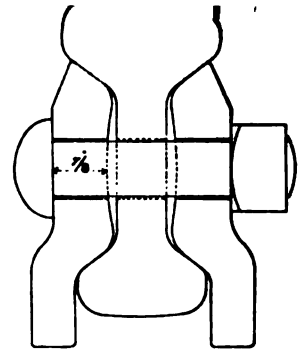
Liste des planches.



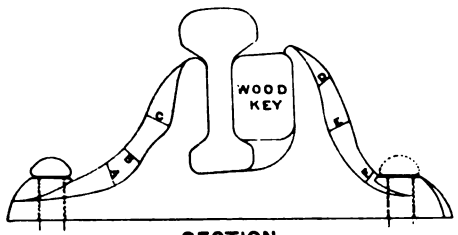
SECTION OF RAIL
FIG 1



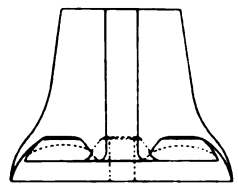
ELEVATION
FIG 3



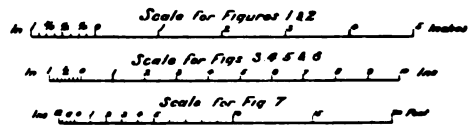
SECTION OF RAIL & FISH PLATES
FIG 2

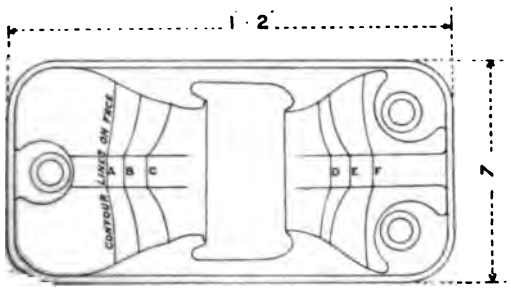


SECTION
FIG 4



END ELEVATION
FIG 5





PLAN
FIG 6

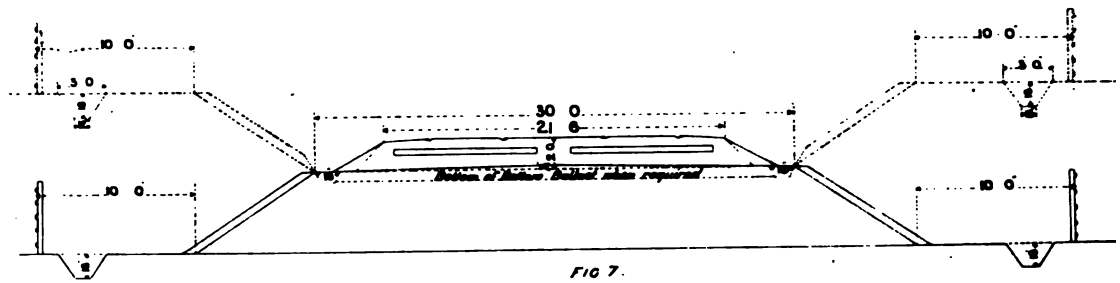
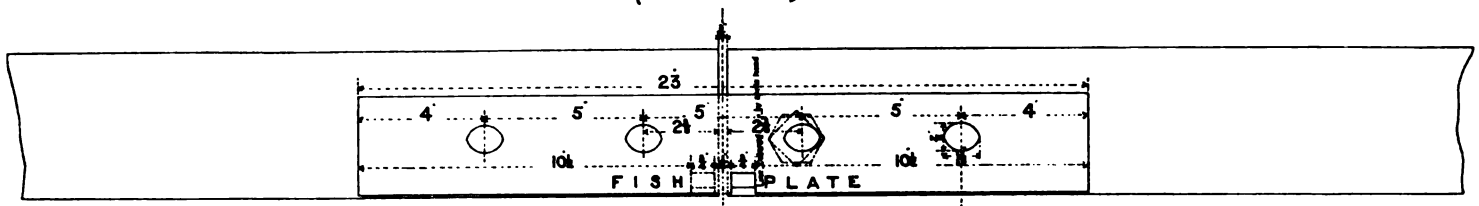


FIG 7.

R DES TERMES : *One plate has round holes 15/16 inch diameter.* Une éclisse a des trous ronds de 15/16 pouce de diamètre. — *Other plate has square holes 15/16 inch diameter.* L'autre éclisse a carrés de 15/16 pouce de diamètre. — *Slotted holes in rails.* Encoches d'arrêt dans les rails. — *Bottom of bottom ballast when required.* Fond de la couche de fond de ballast si c'est nécessaire.

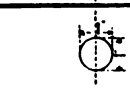
ATCHISON TOPEKA & SANTA FÉ RAILWAY

(Sheet No 1.)



ELEVATION

FIG 1



HOLE THRO RAIL

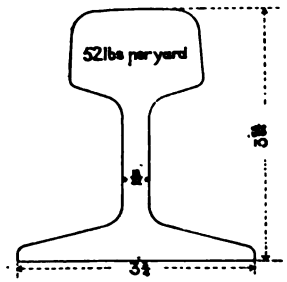


FIG 2

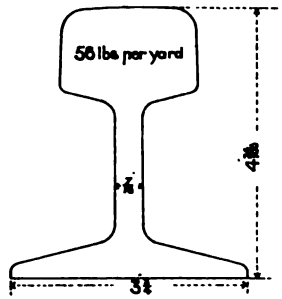


FIG 3

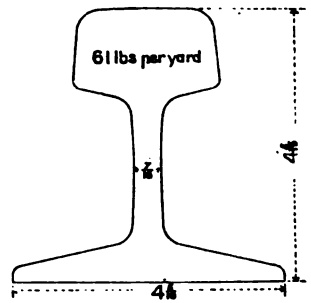


FIG 4

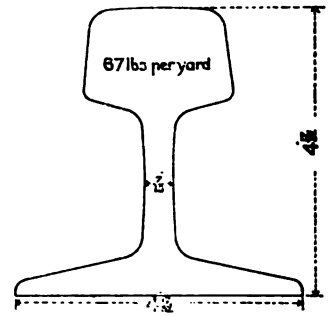
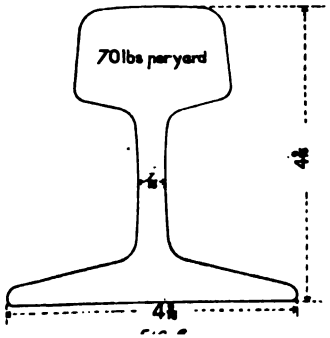
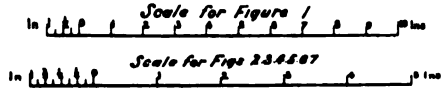
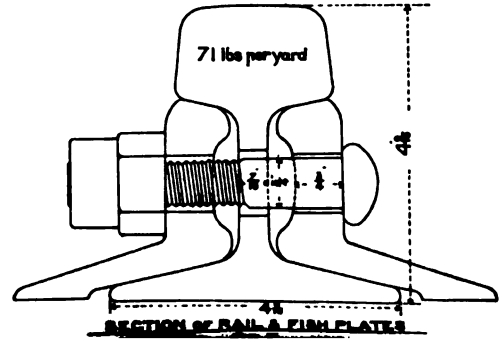


FIG 5

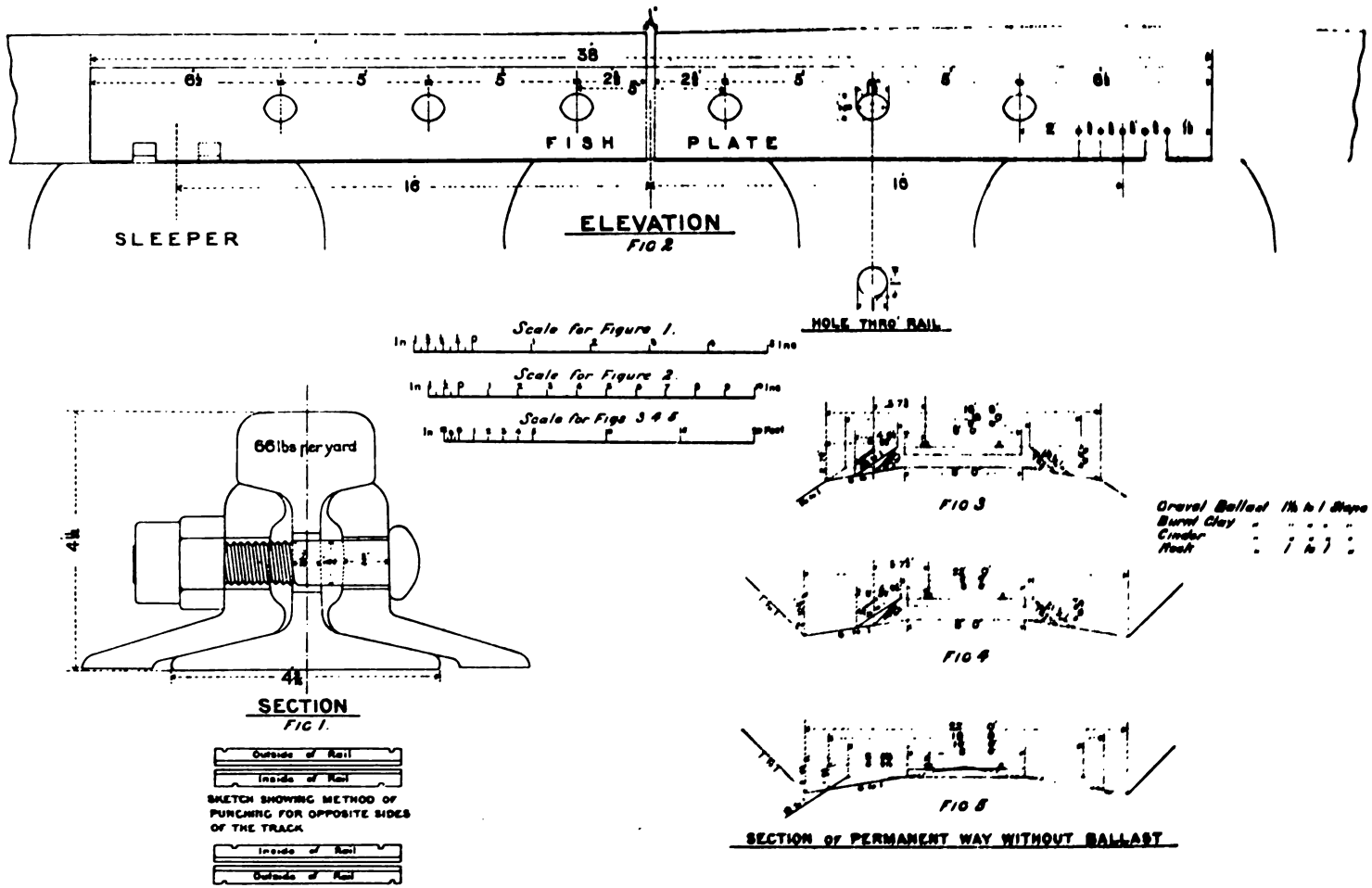
SECTIONS OF RAILS





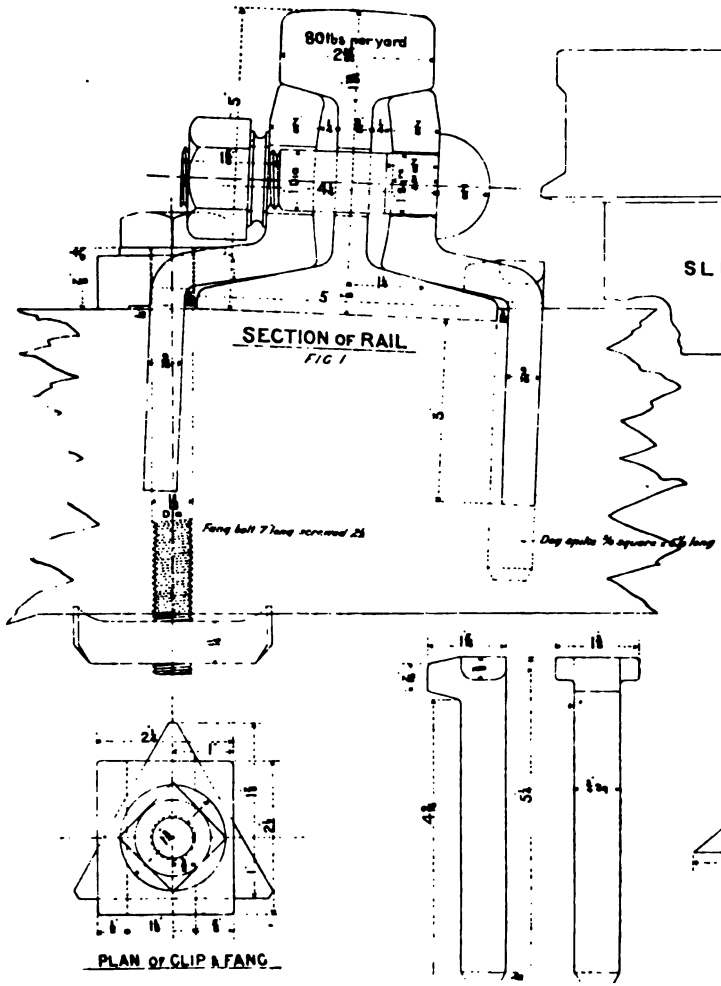


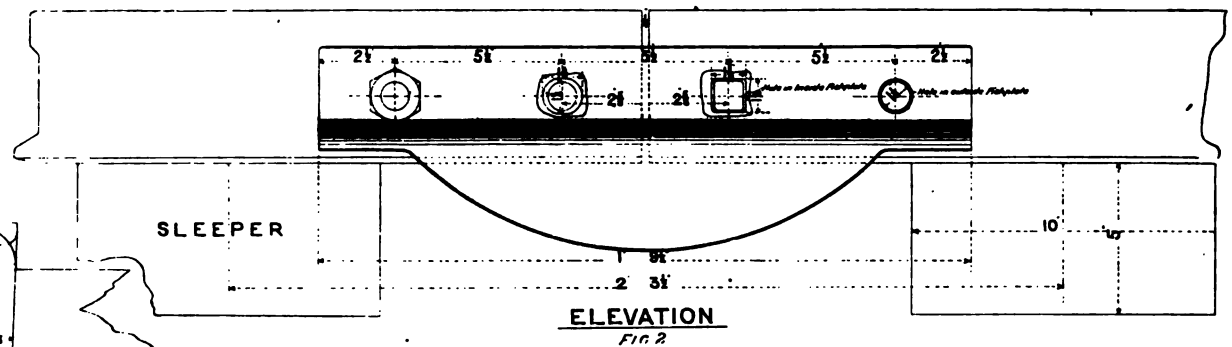
SECTION OF RAIL & FISH PLATES



Explication des termes : *Hole thro' rail.* Trou dans le rail. — *Burnt clay.* Argile cuite. — *Cinder.* Cendres. — *Rock.* Pierres. — *Outside of rail.* Extérieur du rail. *Inside of rail.* Intérieur du rail. — *Sketch showing method of punching for opposite sides of the tracks.* Croquis montrant le mode d'estampillage pour les deux côtés de la voie.

SOUTH AUSTRALIAN RAILWAYS





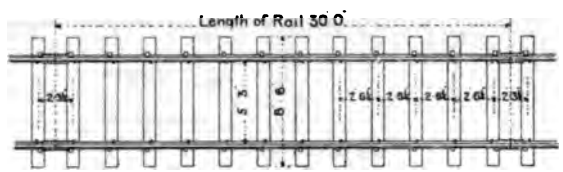


FIG 5

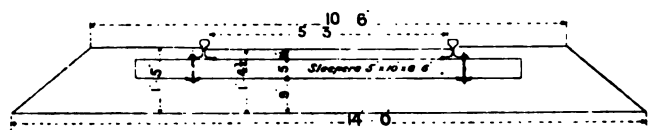
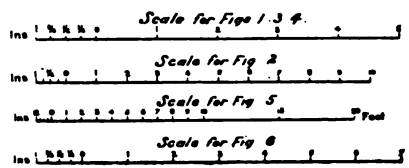


FIG 6



DISCUSSION EN SECTION

Séance du 1er juillet 1895, à 10 heures.

PRÉSIDENCE DE Mr. JEITTELES

Mr. Ast, *rapporteur pour les pays de langue non anglaise.* — Les exigences du public quant à la vitesse des trains et au confort des voitures imposent aux Administrations le devoir d'examiner, avec le plus grand soin, les mesures à prendre pour lui donner satisfaction tout en continuant à maintenir les conditions d'économie et de sécurité. En tout premier lieu, elles doivent envisager le mode d'établissement de la voie, la construction et le poids des moteurs, ainsi que les relations réciproques de la voie et des charges roulantes.

Le Congrès international des chemins de fer s'est déjà préoccupé de ces questions et des rapports élaborés par des ingénieurs de grand mérite ont contribué, dans une large mesure, à faciliter leur solution.

La première question figurant à l'ordre du jour de la présente session est des plus importantes.

Chargé par la Commission internationale de faire rapport sur les expériences faites par les Administrations des pays de langue non anglaise, j'ai cherché à résoudre le problème suivant :

« Jusqu'à quel point la construction usuelle de la voie des lignes à grande vitesse « suffit-elle aux exigences actuelles et par quels moyens pourrait-on la modifier pour « satisfaire à des exigences plus grandes ? »

D'après le libellé de la question tel qu'il a été rédigé par la Commission internationale, il s'agit de caractériser un système de voie pour des lignes parcourues par les trains rapides et d'indiquer les moyens de renforcer graduellement la résistance des voies existantes, afin de rendre possible une augmentation de la vitesse des trains.

Il y a donc lieu de considérer le profil du rail, le matériel employé, les attaches de la voie, les traverses et le ballast.

J'ai trouvé le terrain tout préparé par les délibérations antérieures du Congrès.

L'étude des communications contenues dans les publications du Congrès m'a amené à les analyser et j'ai réuni mes observations, complétées d'après mon expérience personnelle, dans deux notes publiées dans le *Bulletin* sous les titres : « La question de la superstructure » et « Les traverses de chemin de fer et leur assise ».

*

Dans ces deux notes, j'ai essayé de démontrer qu'il n'est pas possible d'augmenter la résistance de la voie au delà d'une certaine limite.

Cette ligne de démarcation est tracée d'abord par la nécessité d'employer des matériaux déterminés pour le ballast et l'infrastructure, ensuite par les dimensions et le nombre des traverses, lesquelles sont limitées par l'écartement de la voie, enfin, par la nécessité de les espacer suffisamment, afin de permettre un bourrage efficace.

La note sur « Les traverses, et leur assise » a pour but de mettre en évidence la haute importance de ces éléments dans la construction de la voie.

D'après le tableau donnant les renseignements relatifs aux traverses, on constate que pour 50 traverses en usage, le chiffre caractéristique de la résistance varie *du simple au décuple*, et que la longueur des têtes de traverses varie du *simple au double*.

Ce seul fait montre le peu d'importance qu'on a attribué jusqu'à présent à la traverse.

Le problème est d'autant plus grave, que les pressions de ballast correspondent aux dimensions et à la répartition des traverses, — et que c'est la pression de ballast qui détermine en premier lieu les frais de l'entretien de la voie.

Si l'on admet que la qualité de la voie est caractérisée par un entretien facile et peu coûteux, on arrive à conclure que, dans la construction d'une bonne voie, il faut avant tout examiner rigoureusement les principes qui régissent la disposition des traverses et du ballast.

Ces principes sont développés dans les deux notes précitées, qui constituent pour ainsi dire une partie essentielle de mon rapport.

Ces notes ayant énoncé les principes théoriques admis jusqu'aujourd'hui, il nous restait à considérer les résultats de l'expérience pratique.

Dans ce but, nous avons adressé aux Administrations adhérentes un questionnaire détaillé au sujet de l'établissement des voies pour les grandes lignes, de leur fatigue et de la manière dont elles se comportent.

Un grand nombre d'Administrations ont envoyé des renseignements très complets et je considère comme un devoir très agréable de leur adresser mes remerciements les plus vifs.

J'ai encadré ces renseignements dans les annexes de mon rapport et je regrette sincèrement que le temps dont j'ai disposé ne m'ait pas permis d'en tirer tout le profit qu'une analyse plus minutieuse aurait pu procurer à différents points de vue.

Il est assez difficile de trouver une base commune pour comparer les constructions différentes dans les conditions où elles doivent fonctionner.

L'idée de baser la comparaison sur les frais d'entretien a dû être abandonnée, d'autant plus que plusieurs réponses à cette partie du questionnaire étaient incomplètes.

J'ai donc dû me borner à comparer les différents modes de construction de la voie et de ses éléments principaux en me basant *sur leur capacité théorique*.

Les renseignements que nous avons reçus en réponse au questionnaire détaillé ne

mettent pas directement de tirer des conclusions précises en ce qui concerne ıblissement d'une voie modèle.

:n effet, les modes de construction employés par les diverses compagnies sont ·êmement variés et l'on constate des écarts frappants entre les chiffres limites ınés au sujet du poids du rail, du nombre des traverses, des dimensions de es-ci, de la surface de bourrage, etc.

)n serait tenté de croire, à première vue, que ces chiffres limites sont propor- ınés à la fatigue de la voie, mais un examen approfondi montre qu'il n'en est pas si. De même, on constate de grandes différences dans la manière de fixer les rails les traverses.

l résulte de l'analyse des diverses constructions que, pour la voie à double bour- :t, il y a une tendance à augmenter le poids du coussinet; pour la voie Vignoles, y a une tendance à augmenter le nombre des moyens de fixation et à donner la :férence aux tirefonds plutôt qu'aux crampons.

l y a aussi lieu de mentionner l'emploi des coussinets et des plaques de serrage ır la voie Vignoles.

l est impossible de déduire des réponses des Administrations, que l'on doit pré- :r le rail à double bourrelet au rail Vignoles.

'armi les mesures préconisées pous assurer la fixation des rails dans les courbes, aut noter en premier lieu l'augmentation du nombre des traverses.

.es joints restent encore toujours les points faibles de la voie, aucune construction entiellement nouvelle n'a été signalée au Congrès.

'our empêcher le cheminement, quelques Administrations proposent des mesures tendent à rendre solidaires plusieurs traverses par l'emploi de fers plats.

.es réponses des Administrations adhérentes ne permettent pas non plus de :r des conclusions en ce qui concerne la nature et la fabrication de l'acier; les ıiers de charges des différentes Administrations varient dans de larges limites; :si la résistance à la rupture exigée varie de 55 à 98 kilogrammes par millimètre ré.

)n peut aussi constater une tendance marquée de généraliser l'emploi des aciers rs en lieu et place des aciers doux pour la fabrication des rails.

l'ai vainement cherché à tirer des conclusions précises en ce qui concerne l'expé- :nce à laquelle a donné lieu l'emploi des rails en acier fabriqué, soit par le pro- dé Bessemer, par le procédé basique ou par un des deux procédés dans le four ırtin.

Il y a toutefois lieu de constater que la majorité des chemins de fer emploie des ers fabriqués par le procédé acide Bessemer ou dans le four Martin. Il serait utile e le Congrès s'occupât tout spécialement des cahiers de charges pour la fabrication ; rails.

Aucune expérience nouvelle n'a été faite depuis la dernière session pour déter- ner les actions dynamiques des véhicules dont il a été souvent question dans nos ibérations.

Pour établir une comparaison entre les constructions de voie qui nous ont été signalées, nous les avons examinées en détail et nous avons déterminé la fatigue des éléments constitutifs par une charge en repos qui correspond aux locomotives circulant sur les voies considérées.

Les résultats ainsi obtenus en ce qui concerne la fatigue et la résistance des éléments de la voie, permettent d'établir une certaine comparaison et de se faire une idée de la manière dont ces voies se comportent lors du passage des trains.

On peut déduire de cet examen les conclusions suivantes :

Pour des lignes parcourues par des trains express circulant avec une vitesse de 80 kilomètres à l'heure et avec des charges d'essieu allant jusque 14 tonnes, il suffit d'employer des rails ayant un poids de 32 à 35 kilogrammes par mètre courant.

Sur les lignes où les charges d'essieu pour trains express dépassent 14 tonnes et où une augmentation de ces charges et des vitesses de train doit être prévue, il est nécessaire d'employer des rails d'un poids de 40 kilogrammes et au delà.

Dans tous les cas, il faudra disposer de traverses de dimensions assez fortes, assez rapprochées pour obtenir une bonne fixation des rails, pour diminuer la charge du rail et les pressions de ballast et pour assurer un entretien facile et économique.

Cette étude préliminaire étant faite, nous avons pu aborder la question essentielle, c'est-à-dire déterminer les règles qui doivent présider à l'établissement d'une voie modèle pour les lignes parcourues par de grands express.

A première vue, il semblait que cette question ne pourrait pas être résolue, eu égard à la grande variété de conditions particulières de chaque ligne.

Toutefois, après mûre réflexion, on doit reconnaître que les exigences du trafic augmentent sans cesse et qu'elles augmenteront encore.

Dans ces conditions, il faut admettre que la voie future doit être un élément invariable pouvant faire face au développement incessant du trafic.

D'autre part, nous avons démontré que la limite de capacité des voies ne dépasse pas de beaucoup la capacité des voies usitées aujourd'hui.

Étant données ces deux considérations, nous avons cru pouvoir arrêter un programme basé sur cette idée que la voie modèle à proposer devait *s'approcher le plus possible de la capacité maximum qu'on peut atteindre.*

On s'est inspiré à la fois des conclusions qui ont été admises au sujet de cette question dans les sessions antérieures et des renseignements fournis en dernier lieu par les Administrations adhérentes.

L'analyse détaillée de ces matières a eu pour but de grouper les éléments de la voie de manière à constituer un ensemble organique d'une capacité uniforme.

Si l'assemblée partage notre manière de voir, nous proposons de fixer comme suit les principes pour l'établissement d'une voie qui se rapproche de la limite qu'on pourra pratiquement atteindre :

« 1° Une couche de ballast bien perméable, d'une épaisseur minimum de « 40 centimètres sur un sous-sol parfaitement assaini;

« 2° Des traverses en bois ou en fer de 2m70 de longueur et de 26 centimètres de « largeur de l'assise. Le profil de la traverse devra permettre une bonne fixation « des rails.

« Il serait très désirable que des traverses d'un type uniforme fussent adoptées « conformément à ce qui se passe en Angleterre;

« 3° Des rails fabriqués d'acier uniformément dur et résistant d'une longueur de « 9 à 12 mètres et d'une section dont le moment résistant soit au moins W = 200; « ces rails ainsi caractérisés atteindront un poids de 40 kilogrammes par mètre « courant ou plus;

« 4° Dans la voie avec joint suspendu, les traverses du contre-joint ne doivent pas « être distantes de plus de 50 centimètres, et dans la voie courante, la distance des « traverses ne doit pas dépasser 80 centimètres. Le nombre de traverses qui en « résulte permettra non seulement de disposer du nombre nécessaire de moyens de « fixation, mais il tiendra compte aussi, dans les limites admissibles, de la charge du « rail et de la pression du ballast.

« Dans les sections avec courbes à petit rayon ou à forte rampe, où les charges « d'essieux doivent atteindre 8 à 9 tonnes, on suivra l'exemple de l'Amérique en « augmentant encore le nombre de traverses;

« 5° Dans la fixation des rails sur les traverses, il faut considérer les deux « systèmes absolument différents de la voie à double bourrelet et de la voie « Vignoles.

« Avec l'augmentation de la vitesse des trains, l'attaque aux moyens de fixation « augmente dans une forte proportion et il faut donc attacher une attention toute « spéciale à ces moyens de fixation sur les voies à grands express.

« On ne saurait méconnaître que sous ce rapport le meilleur système consiste à « fixer le rail dans un coussinet robuste. Il est logique de développer la fixation du « rail Vignoles dans un sens qui la rapprocherait de la fixation par coussinet, soit « par l'emploi de plaques de serrage, soit par l'augmentation du nombre des « tirefonds;

« 6° On n'est pas encore arrivé à une construction de joints qui réponde aux « exigences sous tous les rapports.

« L'expérience a toutefois démontré qu'en augmentant la rigidité de la voie et en « améliorant les moyens de fixation on combat en même temps les effets destructifs « qui se produisent aux joints. »

La voie modèle que nous venons de caractériser n'est nullement une utopie.

Cette voie a été réalisée sur bien des lignes, et ce que je vous demande de reconnaître, c'est que, sauf certains cas spéciaux, *on ne pourra aller plus loin, et que la résistance de cette voie se rapproche de la limite qu'on peut pratiquement réaliser.*

Il s'ouvre donc un programme pour l'ingénieur mécanicien, qui devra s'appliquer à augmenter la capacité de ses locomotives sans augmenter les attaques sur la voie. (*Applaudissements.*)

Mr. W. Hunt, *rapporteur pour les pays de langue anglaise* [1]. (En anglais.)

Types de voie. — En ce qui concerne le type de voie, les chemins de fer du Royaume-Uni emploient presque universellement les rails d'acier à bourrelets inégaux maintenus au moyen de coins dans des coussinets fixés aux traverses par des chevilles de bois, des crampons de fer, des tirefonds ou une combinaison de ces différents modes d'attache.

Le type de voie adopté en Amérique par les Compagnies qui ont répondu au questionnaire est le rail à patin reposant directement sur des traverses et fixé à celles-ci principalement au moyen de crampons.

Renforcement de la voie. — En ce qui concerne le renforcement de la voie effectué en vue de permettre un accroissement de la vitesse des trains, les compagnies de chemins de fer du Royaume-Uni ont, depuis quelques années, augmenté graduellement le poids de leurs rails et leur surface d'appui sur les traverses en même temps qu'elles ont diminué l'intervalle de celles-ci, mais la plupart des principales compagnies ne songent pas à de nouveaux renforcements, leurs derniers types de voie étant capables de supporter facilement les vitesses les plus grandes que l'on puisse atteindre avec le matériel roulant actuel.

En ce qui concerne la voie du « Lancashire and Yorkshire Railway », je pense qu'elle est parfaitement en mesure de recevoir, en toute sécurité, des trains marchant à une vitesse de 100 milles (160 kilomètres) par heure en alignement ou sur des courbes d'un grand rayon. Je ne crois pas qu'il soit probable qu'une vitesse bien supérieure soit atteinte dans l'avenir. Les dimensions des locomotives devraient alors être telles qu'il faudrait renforcer beaucoup de ponts en dessous en fer, élargir les ponts en dessus et les tunnels actuels et reconstruire en partie des sections de lignes pour améliorer les courbes. Le coût de tous ces travaux serait prohibitif.

Les chemins de fer américains ont renforcé et renforcent évidemment encore leurs rails en vue des grandes vitesses, mais aucun, sauf la Compagnie du « New York Central and Hudson River Railroad », n'annonce l'intention de renforcer davantage sa voie en vue de vitesses encore plus élevées.

En ce qui concerne les différentes parties de la voie considérée en elle-même, je vous propose maintenant de passer en revue les détails de la question telle qu'elle a été rédigée par la Commission internationale, en ce qui concerne les chemins de fer de la Grande-Bretagne et de l'Irlande.

Rails. — La section ordinairement adoptée est celle du rail d'acier à bourrelets inégaux, le bourrelet supérieur étant beaucoup plus fort que le bourrelet inférieur en vue de parer à l'usure, et le bourrelet inférieur étant fait suffisamment fort, en tenant compte de l'oxydation, pour constituer avec le bourrelet supérieur, supposé à sa limite d'usure, un longeron assez résistant pour porter la charge.

En Angleterre, le poids des rails varie entre 80 et 92 livres par yard (39 $^1/_2$ et

[1] Ce discours est un résumé du rapport, mais les parties placées entre deux filets verticaux sont nouvelles.

45 ½ kilogrammes par mètre); en Écosse, entre 77 et 90 livres par yard (38 et 44 ½ kilogrammes par mètre), et en Irlande, entre 74 et 85 livres par yard (36 ½ et 42 kilogrammes par mètre). (Il y a quelques rails pesant 100 livres par yard [49 ½ kilogrammes par mètre], mais ils sont en petit nombre.)

Le poids des rails du « Lancashire and Yorkshire » est de 86 livres par yard (42 ½ kilogrammes par mètre) et je suis d'avis que ce poids ne doit pas être augmenté parce qu'il est désirable, lors des renouvellements, que l'ensemble de ses parties constitutives soient renouvelées en même temps. On ne gagnerait rien en ayant un rail qui survivrait à la traverse.

Il ne semble pas que l'on se soit donné un poids déterminé par unité de longueur pour fixer la limite d'usure avant renouvellement; l'état général de l'ensemble des matériaux de la voie et d'autres circonstances variables sont prises en considération pour déterminer le moment où la voie doit être renouvelée. Quand on fait des renouvellements, c'est généralement sur de grandes longueurs à la fois et les matériaux relevés, lorsqu'ils ne sont pas trop usés, sont utilisés aux réparations et quelquefois aux renouvellements des embranchements et des voies d'évitement ou de garage.

Les rails du « Lancashire and Yorkshire » perdent en moyenne, par an, ½ kilogramme (une livre) par l'usure; ils pourraient être laissés en toute sécurité vingt ans dans les voies principales; mais, comme la longueur totale des voies de garage du réseau est de 70 p. c. des voies principales, une grande quantité du matériel est nécessaire pour les réfections des garages. Les rails ne sont jamais laissés assez longtemps dans les voies principales pour qu'ils puissent s'user jusqu'au minimum prescrit; on croit préférable, quand des réparations sont jugées nécessaires aux voies de garage, de prendre les matériaux nécessaires dans les voies principales où ils sont remplacés par du matériel neuf.

De cette façon, la voie principale est toujours maintenue en parfait état.

Les efforts imposés aux rails par la charge roulante, ne se prêtant pas à un calcul assez exact pour qu'il soit possible de dessiner un rail d'après les mêmes principes scientifiques qu'une poutre, les ingénieurs anglais considèrent que l'observation minutieuse des effets produits sur la voie par les charges roulantes est le meilleur moyen de mettre en évidence ses parties faibles et de permettre d'apprécier exactement la mesure dans laquelle il est désirable de la renforcer.

Mode de fabrication et nature du métal à rails. — Il ressort clairement des réponses reçues, que la plupart des Administrations de chemins de fer font laminer leurs rails avec de l'acier fabriqué par le procédé acide de Bessemer; cependant, plusieurs des compagnies indiquent le procédé Bessemer sans spécifier s'il s'agit du procédé acide ou du procédé basique. Les seules compagnies qui, dans leurs cahiers de charges, permettent l'emploi du procédé basique, sont la Compagnie du « Manchester Sheffield and Lincolnshire » et le « North Eastern ».

Le « London and North Western », le « Manchester Sheffield and Lincolnshire », le « Caledonian » et le « North British » ont un cahier de charges spécial pour le procédé acide Siemens-Martin.

Je n'ai pas eu d'expérience personnelle des rails d'acier fabriqués par le procédé basique depuis 1884, époque à laquelle nous en avons acheté une petite partie. Ces rails ne nous ont pas donné satisfaction et beaucoup d'entre eux ont dû être retirés des voies après un peu plus de cinq ans de service. Leur principal défaut était dans leur texture. Il se produisait, en effet, des fentes droites s'étendant sur 1m50 à 3 mètres (5 à 10 pieds) de longueur.

Le procédé basique permet l'emploi d'un minerai de fer inférieur pour la fabrication de l'acier, mais ce procédé peut avoir été perfectionné depuis 1884.

Le procédé Siemens-Martin est trop coûteux pour être employé pour la fabrication de l'acier pour rails.

En ce qui concerne les épreuves, toutes les compagnies, sauf le « Cambrian », essayent leurs rails en les soumettant à des chocs produits par des moutons de différents poids tombant de différentes hauteurs sur différentes longueurs de rails portés sur des coussinets distants de 0m914 à 1m067 (3 pieds à 3 pieds 6 pouces). La flèche permanente admise varie dans chaque cas d'après le poids du mouton et la hauteur de chute.

En outre, quelques compagnies soumettent leurs rails aux mêmes épreuves que les longerons, en suspendant au centre des poids morts et en spécifiant la flèche admise pour les épreuves avec certains poids.

Il ne semble pas qu'en général les essais chimiques soient prévus dans les cahiers de charges pour la fourniture des rails, quatre Administrations seulement indiquant des conditions d'analyse chimique plus ou moins détaillées. Le « Great Northern Railway of Ireland » déclare qu'il essaye ses rails chimiquement, mais ne donne pas de renseignements sur les conditions qu'il exige.

Le poids de rupture en tonnes par unité de surface n'est indiqué que par cinq compagnies. L'allongement pour cent n'est indiqué que par trois compagnies et la contraction de surface pour cent que par une.

D'après ces renseignements, il semble donc que les compagnies de chemins de fer s'en rapportent principalement aux épreuves par le choc pour déterminer la qualité des rails qu'elles emploient.

Quant aux mérites relatifs de l'acier dur et de l'acier doux, cinq compagnies seulement donnent quelques renseignements; de ces cinq Compagnies, trois penchent pour l'emploi de l'acier doux qui est moins exposé aux ruptures et donne par conséquent une plus grande somme de sécurité.

L'acier employé pour la fabrication des rails ne doit être ni trop dur ni trop doux. L'acier dur est cassant et, par conséquent, sujet à se briser dans les voies; il endommage aussi les roues lorsqu'elles sont serrées à bloc ou partiellement et qu'elles glissent sur les rails. Un acier trop doux s'userait d'ailleurs trop rapidement.

Un rail contenant 0.3 à 0.4 p. c. de carbone, ayant une résistance à l'extension de 40 tonnes environ par pouce carré (63 kilogrammes par millimètre carré), satisferait à toutes les conditions.

Attaches des rails. — Le joint universellement adopté dans le Royaume-Uni est le

joint en porte-à-faux, les rails étant réunis par deux éclisses assemblées à travers les rails par quatre boulons d'éclisses. A l'exception du « Great Western » et du « London and North Western », qui emploient des éclisses de 508 millimètres (20 pouces) de longueur, toutes les compagnies ont adopté l'éclisse de 457 millimètres (18 pouces) de longueur. Des éclisses beaucoup plus longues étaient en usage il y a quelques années, mais l'opinion générale semble être que l'éclisse doit être aussi courte que possible, afin de réunir aux joints, aussi près que possible, les coussinets et les traverses.

En réponse à la question : « Cette forme de joint donne-t-elle satisfaction? », seize compagnies sur dix-neuf ont répondu affirmativement. Quant à leur forme, les éclisses employées peuvent être divisées en deux catégories, celles dont la hauteur est égale à la distance entre le bourrelet supérieur et le bourrelet inférieur du rail, et celles qui sont prolongées jusqu'à la surface du bourrelet inférieur et même plus bas, en enveloppant le rail par dessous. Des sections de cette espèce d'éclisse sont données dans les planches annexées au rappport. Dix Administrations emploient le premier modèle et neuf se servent de types du second genre de différentes sections. Aucune idée n'a été émise quant à l'amélioration du joint.

Je n'ai pas d'expérience personnelle dans l'emploi des éclisses profondes, car je ne les ai jamais essayées. J'estime qu'une éclisse occupant tout l'espace libre dans les flancs du rail et prenant appui à la fois contre le bourrelet supérieur et le bourrelet inférieur du rail, est la meilleure forme de joint qui puisse être employée.

Pour autant qu'il s'agisse de rails à bourrelets inégaux, tous les chemins de fer supportent leurs rails dans des coussinets fixés aux traverses au moyen de différentes espèces d'attaches. Le « Great Northern Railway of Ireland », là où il y a des rails à patin, et le « Great Southern and Western Railway of Ireland » fixent leurs rails à patin directement aux traverses au moyen de boulons (*fang bolts*) et de crampons en fer.

Le poids des coussinets employés par les différentes compagnies varie considérablement : le poids le plus faible est celui du « South Eastern », 37 livres (16.8 kilogrammes), et le plus lourd, celui du « Lancashire and Yorkshire Railway », 56 livres (25.40 kilogrammes). La surface d'appui du coussinet sur la traverse varie aussi considérablement, la plus faible étant celle du « South Eastern Railway », 70 pouces carrés (451.6 centimètres carrés), et la plus grande, celle du « Manchester Sheffield and Lincolnshire Railway », 117 pouces carrés (754.8 centimètres carrés).

Les seules compagnies qui interposent du feutre entre le coussinet et la traverse sur tout leur réseau sont le « Cambrian Railway » et le « London and North Western Railway ». Le « London Brighton and South Coast Railway » emploie le feutre dans certains tunnels où le bruit est excessif. Aucune autre compagnie n'emploie un intermédiaire quelconque entre le coussinet et la traverse.

Le modèle des coussinets contre-joints est, pour toutes les compagnies, le même que celui des coussinets employés dans les autres parties de la voie.

Le genre et le nombre des attaches des coussinets sur les traverses varient presque de compagnie à compagnie.

Coins et traverses. — Sur les dix-huit compagnies qui ont des voies à coussinets, onze emploient à la confection des coins le chêne seul, deux le teck et le chêne, une le bois de teck seulement, une le sapin, une le pin et une l'orme.

Huit compagnies compriment leurs coins, dix ne les compriment pas.

Toutes les compagnies placent les coins à l'extérieur de la voie, sauf le « Furness Railway », qui cependant introduit graduellement le coinçage extérieur.

Le sapin rouge de la Baltique est le plus généralement employé à la confection des traverses, bien que quelques compagnies emploient le memel, le sapin rouge de Riga, le sapin d'Écosse et le pin rouge. Toutes les compagnies créosotent leurs traverses.

La longueur des traverses est de 8 pieds 11 pouces (2m718) ou de 9 pieds (2m743); la largeur de 10 pouces (254 millimètres), et l'épaisseur de 5 pouces (127 millimètres).

La distance entre les traverses sur les différentes lignes est indiquée dans les planches annexées au rapport.

Bien que des traverses métalliques aient été placées à certains endroits notamment sur le « London and North Western Railway », elles ne semblent pas jouir des sympathies des compagnies de chemins de fer du Royaume-Uni. Le « London and North Western Railway » n'en a plus placé depuis 1888; les compagnies du « Great Eastern » et du « London and South Western » en ont expérimenté un petit nombre, mais n'en continuent pas l'emploi.

Ballast. — Le ballast employé par les différentes compagnies, et sur lequel des renseignements détaillés sont fournis dans l'annexe *E*, varie suivant les contrees que traverse le chemin de fer. La couche de fond est formée de grosses pierrailles, mises à la main dans les contrées où ces matériaux peuvent être trouvés; mais là où l'on ne peut s'en procurer, on se sert de laitier, d'argile cuite et de cendrées. Pour la couche supérieure, on emploie différents matériaux, des pierrailles concassées, du gravier, du laitier, des cailloutis, des cendrées, des scories tamisées et non tamisées et du gravier de la Tamise; le meilleur de ces différents matériaux est choisi dans chaque contrée, en tenant compte de l'économie, de façon à obtenir le meilleur drainage possible.

L'usage de charger ou de ne pas charger le ballast jusqu'au-dessus du niveau supérieur de la traverse varie beaucoup.

Chemins de fer américains, indiens et australiens. — En ce qui concerne ces chemins de fer, comme nous n'avons pas d'expérience de leurs types de voies, je ne puis donner une opinion justifiée à ce sujet; mais j'espère que les délégués des divers pays dont il s'agit, présents à la discussion, ne manqueront pas de nous communiquer les résultats de leur expérience personnelle.

Mr. le Président. — La question I est très vaste, et je pense qu'il importe de limiter autant que possible la discussion.

Comme vous l'avez constaté, les rapporteurs ne se sont pas occupés de la voie entièrement métallique : ils ont envisagé surtout la voie ordinaire, c'est-à-dire la voie composée de rails fixés sur des traverses en bois et qui permet la circulation de trains de grande vitesse.

En ce qui concerne la vitesse, il y a des différences assez notables entre la relation du rapporteur pour les pays de langue non anglaise et la relation du rapporteur pour les pays de langue anglaise.

Mr. Ast nous a dit, en effet, que sur le continent les trains roulant à une vitesse de 80 kilomètres (50 milles) à l'heure sont des trains de grande vitesse et qu'on ne dépasse guère, pour le moment, la vitesse de 120 kilomètres (75 milles) à l'heure.

Mr. Hunt, au contraire, nous a dit qu'en Angleterre et en Amérique, il y a des trains qui roulent à une vitesse bien supérieure : 160 kilomètres (100 milles) et même plus à l'heure. (*Sourires.*)

Mr. Ast a défini dans son rapport ce qui, d'après lui, peut être considéré comme étant une voie modèle. Cette voie adoptée dans plusieurs pays n'est pas une utopie, et ce qu'il vous demande de reconnaître, c'est que la résistance de cette voie modèle se rapproche de la limite qu'on peut pratiquement réaliser et que, sauf certains cas spéciaux, on ne pourra pas aller au delà.

Mr. Hunt, de son côté, déclare que le type de voie presque généralement adopté par les compagnies de chemins de fer du Royaume-Uni permet la circulation des trains de très grande vitesse. Il serait, d'après lui, superflu de renforcer la voie en vue d'obtenir une augmentation de vitesse. Cette augmentation ne dépend pas des ingénieurs de la voie, mais des ingénieurs de la traction.

Voilà donc les points sur lesquels la discussion pourrait d'abord porter.

Mr. von Leber, Ministère du commerce, Autriche. (En anglais.) — Mr. Hunt voudrait-il avoir l'obligeance de répondre aux questions suivantes :

1° Mr. Hunt dit qu'il préfère l'acier doux pour les rails, et sur le continent on préfère l'acier dur. Il faudrait préciser :

L'acier dont il est question dans les mémoires de Mr. Ast a une charge de rupture montant parfois à 80 kilogrammes par millimètre carré (51 tonnes par pouce carré). Voilà un acier dur.

Mr. Hunt voudrait-il définir ce qu'il entend par acier doux?

2° Mr. Hunt dit que les rails du « Lancashire and Yorkshire Railway » ont été vingt ans en service sans être changés. Cette période n'est-elle pas excessive?

3° Arrive-t-on vraiment à une vitesse de 160 kilomètres (100 milles) par heure en Angleterre? La plus grande vitesse que nous ayons constatée dans les excursions est de 130 kilomètres (72 milles), je pense;

4° Mr. Hunt dit que les dimensions des tunnels ne permettent pas d'augmenter la grandeur des locomotives. Ce serait une bien bonne chose si Messrs. les membres du Congrès recommandaient de ne plus augmenter le poids des locomotives. C'est une question que j'ai traitée dans mon rapport.

Mr. Petsche, ch. de f. de l'Est français. — Je voulais aussi demander à Mr. Hunt si la vitesse de 160 kilomètres (100 milles) à l'heure est bien une vitesse pratiquée.

Mr. Hunt, *rapporteur*. (En anglais.) — Ce que j'ai dit en ce qui concerne l'emploi de l'acier, c'est qu'on ne peut prendre un rail trop dur parce qu'il serait cassant et occasionnerait des ruptures dans la voie. J'ai dit aussi qu'un acier trop dur endommagerait les bandages, mais il n'est pas question non plus d'employer un acier trop doux, parce qu'alors les rails s'useraient trop vite. J'ai indiqué, je pense, qu'un acier contenant de 0.3 à 0.4 de carbone satisferait aux exigences du chemin de fer.

Mr. von Leber. — Il est à remarquer que dans ses précédentes sessions, le Congrès a été d'avis qu'il fallait employer l'acier le plus dur possible. J'attache beaucoup d'importance à la réponse de Mr. le rapporteur, car la question revient à savoir si ce seront plutôt les bandages qui useront les rails ou les rails qui useront les bandages; il existe, à cet égard, une sorte de rivalité entre les ingénieurs de la traction et les ingénieurs de la voie.

Pour ma part, la question n'est pas aussi nette que le considère Mr. Hunt : depuis la dernière session, elle n'a pas fait un pas. Je prie aussi Mr. Hunt de dire si le rail reste véritablement pendant vingt ans dans la composition des voies en Angleterre.

Mr. Hunt. (En anglais.) — En réponse à la deuxième question de Mr. de Leber, je répondrai que, comme je l'ai dit déjà, le rail, après avoir servi pendant un certain nombre d'années dans la voie principale, était retiré et utilisé dans les voies secondaires, où il est moins exposé à l'usure. En un mot, il est employé pendant vingt ans consécutifs, mais pas seulement dans la voie principale, parce qu'au « Lancashire and Yorkshire Railway », par exemple, nous avons grand besoin de rails de remploi pour nos voies de garage. Même lorsque le trafic n'est pas considérable, nous avons retiré des rails qui étaient restés vingt-deux ans, mais non sur les voies des trains rapides.

Enfin, en réponse à la troisième question de Mr. de Leber, relative à la vitesse, je dirai que je ne pense pas que la vitesse de 100 milles (160 kilomètres) à l'heure soit atteinte en Angleterre en ce moment, mais je suis persuadé qu'on pourrait l'atteindre dans les conditions actuelles de la voie et du matériel là où les voies sont droites ou d'un rayon de courbure très grand. Cependant, du rapport de Mr. Aspinall, j'ai conclu qu'il serait impossible de construire une locomotive capable de dépasser cette vitesse, et même peut-être de l'atteindre, sans modifier les tunnels et les ponts. Les ingénieurs anglais sont donc arrivés à cette conclusion qu'il est inutile de renforcer davantage leur voie.

Mr. le Président. — Quelle est la vitesse maximum en Angleterre?

Mr. Hunt. (En anglais.) — J'ai moi-même vérifié la vitesse des trains sur notre ligne, vitesse qui atteignait quelquefois 75 milles (120 kilomètres) à l'heure, mais seulement sur les pentes.

Mr. le Président. — Est-ce le maximum?

Mr. Hunt. (En anglais.) — C'est la plus grande vitesse que j'aie jamais remarquée, et je ne pense pas que cette vitesse ait été dépassée dans les observations. Je crois avoir répondu à toutes les questions.

Mr. Michel, ch. de f. de Paris-Lyon-Méditerranée. — Je désire faire remarquer qu'il n'y a rien d'excessif à prétendre qu'un rail peut résister pendant vingt ans dans les voies principales. Sur la ligne de Paris à Marseille, longue de 800 kilomètres, il existe, sur un parcours d'environ 400 kilomètres, des rails posés il y a plus de vingt ans et qui sont encore en très bon état. La ligne en question est cependant très chargée et plusieurs trains express la parcourent avec une grande vitesse.

Si l'on a remplacé les rails sur quelques parties, ce n'est pas qu'ils fussent tous usés, mais on a reconnu la nécessité de renforcer certains points de la voie, tels que les pentes longues de 0.005 et au-dessus. D'autre part, il faut de temps en temps se procurer des rails pour l'entretien des voies secondaires. Quant aux parties de voies situées dans les gares et dans les tunnels, elles doivent être renouvelées, pour cause d'usure, dans des délais plus ou moins courts.

En dehors de ces parcours exceptionnels, la durée de vingt ans, qui semble étonner Mr. von Leber, n'est pas excessive, si l'acier employé est de bonne qualité.

Mr. Hunt nous dit dans son rapport que certaines Administrations de chemins de fer utilisent le rail de 60 pieds (18m30) de longueur. Il serait intéressant de savoir si les essais qui ont été faits ont donné des résultats satisfaisants. La distance qu'il faut ménager aux joints avec ce long rail n'offre-t-elle pas des inconvénients?

Mr. de Kounitsky, Ministère des voies de communication, Russie. (En anglais.) — Je désire poser à Mr. Hunt les deux questions suivantes :

1° Quelle est, en pratique, la plus forte charge d'essieu d'une locomotive anglaise, et

2° Quelle est la plus forte charge d'essieu de locomotive que l'on prend comme base du calcul de la section transversale des rails?

Mr. von Boschan, ch. de f. Nord Empereur Ferdinand, Autriche. — J'appuie ce que vient de dire Mr. Michel au sujet de la durée des rails. Le chemin de fer du Nord autrichien Empereur Ferdinand possède 25 kilomètres de voies posées de 1868 à 1872 et qui sont encore en très bon état. Ce sont des rails de 31.5 kilogrammes. Lorsqu'on les change, ce n'est pas, comme l'a dit Mr. Michel, pour cause d'usure, mais parce qu'il faut renforcer la voie.

La Compagnie emploie maintenant des rails en acier Bessemer du poids de 35 kilogrammes.

Mr. R. Johnson, Great Northern Railway. (En anglais.)— Je désire confirmer ce que Mr. Hunt vous a dit de la durée des rails. J'ai relevé l'année dernière une assez grande longueur de rails d'acier qui avaient été placés il y a vingt ans et qui se trouvaient sur la section entre Grantham et Peterborough, où les trains express roulent avec une vitesse atteignant souvent 72 milles (116 kilomètres) à l'heure.

Ces rails avaient été laminés par l'usine d'Ebbw-Vale dans le pays de Galles. A cette époque, les lingots étaient préalablement bien martelés au marteau-pilon et j'ai toujours été d'avis que pour faire un bon rail il faut travailler le métal. J'ai le regret de constater que des rails de cette qualité ne se font plus aujourd'hui et que dans beaucoup de laminoirs il n'y a plus de marteau-pilon et, dans tous les cas, on n'en fait pas usage pour les lingots. J'ai fait analyser les rails dont il s'agit et ils contenaient 0.4 de carbone; le chimiste qui avait fait l'analyse me dit qu'il serait dangereux de les placer dans les voies parce qu'ils se casseraient facilement! Et je lui ai répondu que puisqu'ils avaient résisté vingt ans, ils devaient être considérés comme bons.

J'ai voulu essayer l'année dernière d'obtenir des rails d'une composition analogue à celle d'autrefois.

Je me suis adressé à cinq ou six constructeurs, mais aucun d'eux n'a consenti à faire la livraison à moins d'une augmentation de £1 (25 francs) par tonne. Le prix, cette année, est de £4.10s. (112 fr. 50 c.) par tonne. Il est évident que les fabricants de rails ne peuvent travailler beaucoup le métal à ce prix ridicule. Je crains fort que les rails que nous posons actuellement ne parviennent pas à atteindre une durée de vingt ans.

Mr. Petsche, ch. de f. de l'Est français. — La durée du rail est influencée surtout par le trafic. Sur le réseau de l'Est français, nous avons des rails qui ont subi le passage de 300,000 trains et qui sont cependant relativement peu usés, 3 à 4 millimètres à peine.

Nous employons des rails de 30 kilogrammes et des rails de 44 kilogrammes; nous rapprochons le plus possible les traverses de joint et jusqu'à 42 centimètres d'écartement d'axe en axe.

Nous parvenons ainsi à maintenir pendant longtemps nos voies en bon état, sans flexion apparente aux joints.

Mr. le Président. — Un délégué a demandé à Mr. Hunt si les rails de 18m29 (60 pieds) ont donné entière satisfaction?

Mr. Hunt, *rapporteur*. (En anglais.) — Je ne sais pas si on est satisfait au « London and North Western » des rails de 60 pieds (18m29), mais je pense qu'on doit l'être, attendu que l'on continue de se servir de ces rails. Dans un tableau de l'annexe à mon rapport, vous trouverez que le « London and North Western » est la seule Compagnie qui ait adopté cette longueur de rail.

Mr. le Président. — Y a-t-il un délégué présent attaché au « London and North Western » qui pourrait nous informer si cette Compagnie est satisfaite des rails de 18m29 (60 pieds)?

Mr. le lieutenant Leggett, R. E. Ministère du commerce, Grande-Bretagne. (En anglais.) — Comme représentant du « Board of Trade », j'ai eu l'occasion de faire l'inspection des rails de cette longueur sur le réseau du « London and North Wes-

tern Railway ». Cette compagnie est très satisfaite de la rapidité avec laquelle les rails peuvent être remplacés.

Le vieux rail ayant été enlevé, quatre hommes peuvent, en moins de trois minutes, placer le nouveau rail, mettre un coin tous les trois coussinets et l'éclisser au moyen de deux boulons au lieu de quatre. La voie est ainsi suffisamment résistante pour permettre aux trains de passer à une vitesse de 24 kilomètres par heure (15 milles).

On considère aussi que lorsque ces rails sont complètement placés, la voie est excellente pour le roulement des véhicules.

Mr. le Président. — Pouvez-vous nous dire quel est l'intervalle entre les rails?

Mr. le lieutenant Leggett, R. E. (En anglais.) — L'intervalle nécessaire à la dilatation est de 3 à 8 millimètres ($^1/_8$ à $^5/_{16}$ pouce) suivant la température.

Mr. Wasiutynski, ch. de f. Varsovie-Vienne. — On vient de parler de la dureté du rail et de sa composition chimique, mais, jusqu'à présent, on a laissé de côté la question de la résistance du métal.

Ce qui est surprenant, c'est que les Anglais, en général, ne font pas d'essai en ce qui concerne la résistance; ils font simplement des essais au choc. Sur le continent, on expérimente surtout la résistance du métal.

Je désirerais vivement connaître la composition du rail dont Mr. R. Johnson nous a parlé, rail réunissant des conditions de solidité remarquables.

Nous possédons toutes les données concernant la résistance à la traction et au choc, ainsi qu'à la composition chimique des rails fabriqués sur le continent. Nous avons introduit dans nos cahiers de charges des indications minutieuses sur les épreuves auxquelles ces rails doivent être soumis, et pourtant ils sont en général beaucoup inférieurs aux rails anglais dont on vient de nous parler, malgré que la réception de ceux-ci s'opère beaucoup plus simplement.

Il y a un secret dans cette fabrication d'un rail pouvant durer vingt-deux ans dans les conditions qu'on vient de nous citer. Quel est-il?

Mr. Belelubsky, ch. de f. de l'État russe. — Je constate dans le rapport de Mr. Hunt que la plupart des Administrations de chemins de fer dans les pays de langue anglaise font laminer leurs rails avec de l'acier Bessemer, qui semble de beaucoup supérieur notamment à l'acier fabriqué suivant le procédé basique.

Il importe d'élucider la question de la composition du métal, car, en opposition aux renseignements de Mr. Hunt, je dirai qu'en Russie on fabrique beaucoup de rails avec de l'acier Martin basique et que les résultats obtenus sont très satisfaisants.

Si dans ces derniers temps on a changé les conditions de fabrication, c'est parce qu'une tendance très accentuée s'était manifestée en faveur de l'emploi de l'acier dur et que l'on avait modifié les prescriptions relatives à la dureté en exigeant un contenu de carbone de 0.45 p. c.

A l'essai du choc, on a opposé l'essai obligatoire de la résistance à la traction.

La question de savoir si le métal Martin basique doit être abandonné est donc très importante et demande à être élucidée.

Comme je viens de vous le dire, la pratique en Russie, loin de condamner l'emploi de ce métal, le justifie au contraire.

Mr. Dietler, ch. de f. du Gothard. — Messieurs, les communications qui viennent d'être faites sont d'un puissant intérêt. Je me permets même de dire que j'attacherai plus d'importance à l'échange de communications résultant de nos expériences qu'aux résolutions que nous voterons. On nous a parlé de la longueur du rail : j'ai été étonné d'apprendre qu'en Angleterre cette longueur atteignait, dans la voie courante, 18 mètres (60 pieds). Il serait intéressant de connaître, d'une façon précise, si les expériences faites avec ce rail ont été satisfaisantes, et si la longueur de 18 mètres peut être acceptée comme une longueur réalisable. On ne doit pas perdre de vue que l'augmentation de la longueur entraîne la diminution du nombre de joints, qui sont la partie la plus faible de la voie. La question est donc très importante.

Je demande, en conséquence, que l'assemblée veuille bien se prononcer sur la question de savoir si la longueur de 18 mètres peut être admise.

On a parlé ensuite de la durée du rail.

Ce qui a été dit à cet égard a été accueilli par moi — qui représente un chemin de fer avec de longs tunnels et de fortes rampes, le chemin de fer du Gothard — avec une certaine réserve. Les communications qui nous ont été faites à ce sujet ne peuvent avoir de valeur que si elles sont appuyées par des données sur les conditions de la ligne à laquelle elles se rapportent et par des statistiques d'exploitation. Ces statistiques, nécessaires pour établir une comparaison entre des voies qui ne sont pas immédiatement comparables, font défaut. Il est donc difficile d'apprécier des communications concernant la durée du rail.

Je suis convaincu que si les rails dont l'honorable Mr. Michel a parlé étaient placés dans le tunnel du Saint-Gothard, ils ne résisteraient pas plus de dix ou douze ans.

La durée du rail dépend certainement aussi de la section et ceci doit nous amener à discuter un point qui, jusqu'à présent, n'a pas été touché : le poids du rail par rapport à sa fatigue.

Ainsi que vous l'avez constaté par la lecture du rapport excellent présenté par l'honorable Mr. Ast, le chemin de fer du Saint-Gothard utilise des machines d'un poids variant, sur les essieux moteurs, de 15 à 16 tonnes ; notre voie est conséquemment très fatiguée. Je dirai, cependant, que le nombre de nos machines de ce poids est réduit et que les nouvelles machines qui sont actuellement à l'étude ne l'atteindront probablement pas ; cependant 7 $^1/_2$ tonnes par roue est un poids que l'on peut considérer comme normal.

Mr. von Leber, Ministère du commerce, Autriche. — Espérons-le.

Mr. Dietler. — Notre rail pèse 46 et 48 kilogrammes par mètre ; il n'atteint donc pas le poids de 52 kilogrammes, qui est celui du rail « Goliath » employé en Belgique. Le rail de 48 kilogrammes est employé dans les parties souterraines de

notre ligne, le rail de 46 kilogrammes dans les parties à ciel ouvert. Si l'on compare le moment de résistance de notre rail de 48 kilogrammes et du rail « Goliath », on constate que l'un et l'autre ont la même résistance. Je désirerais beaucoup que nos collègues belges voulussent bien donner quelques renseignements au sujet des expériences faites avec le rail de 52 kilogrammes, pour savoir s'il y a d'autres avantages que celui de la résistance en faveur du rail plus lourd. Il serait très intéressant pour nous tous de savoir s'il est vrai que ce rail s'use très rapidement. On a prétendu que la grande masse du bourrelet était incompatible avec une bonne fabrication et que, par conséquent, il était assujetti à une usure rapide.

Pour la section de notre rail, il était important d'avoir un moment de résistance considérable et c'est pourquoi nous avons admis une hauteur de 0.145 avec une base de 0.130. Nous sommes arrivés, ainsi, à obtenir un moment de résistance très grand.

Notre expérience avec ce rail n'est pas encore longue, mais jusqu'à présent nous sommes satisfaits.

L'augmentation du poids du rail est justifiée chez nous par différentes considérations : d'abord, l'acide sulfurique qui se trouve dans l'atmosphère de nos souterrains, comme produit de la combustion du charbon dans les foyers des locomotives, contribue à user très rapidement le rail par l'oxydation. C'est pourquoi nous employons dans les tunnels un type de rail de 48 kilogrammes, tandis que le rail employé dans les autres parties de ligne pèse 46 kilogrammes. Ensuite, comme je viens de vous le dire, le poids des machines est considérable. En ce qui concerne les vitesses sur notre réseau, nous avons des rampes très fortes et longues de 25 millimètres par mètre, sur lesquelles, même à la descente, où nous ne craignons pas de marcher avec une vitesse assez grande, on peut considérer comme un maximum celle de 60 kilomètres à l'heure. Dans les parties de notre voie qui sont relativement planes, il y a peu d'alignements d'une certaine étendue permettant de développer le maximum de vitesse que peut atteindre la locomotive; par contre, les courbes sont considérables et raides (280 à 300 mètres de rayon).

Il serait essentiel de savoir quelle est la vitesse à laquelle on peut marcher sur ces parties de voie. Nous estimons que cela dépend aussi de la construction du rail et de la voie.

Je crois, pour ma part, que cette vitesse peut atteindre 70 et même 80 kilomètres à l'heure, à la condition que la voie soit stable et que la base du rail soit en rapport avec sa hauteur. Il est à supposer que c'est pour cette même raison que les Américains, lorsqu'ils établissent leur section de rail, prennent une hauteur égale à la base.

Telles sont, messieurs, les quelques questions que je me permets de poser et qui se rattachent au rail proprement dit. Il est d'autres points de la voie au sujet desquels il serait désirable d'obtenir des renseignements de la part des hommes compétents qui composent la section, mais, afin de rester dans les limites indiquées par notre honorable président, je bornerai là pour le moment mes observations.

Je me permettrai, toutefois, de dire encore un mot au sujet des moyens d'augmenter la force du rail. Un moyen très efficace consiste certainement dans l'augmen-

tation du nombre des appuis. Sous ce rapport, je peux dire que nous employons dix-sept traverses sur une longueur de 12 mètres et, aux joints, nous les rapprochons jusqu'à 350 millimètres. Comme vous le voyez, nous n'avons négligé aucun moyen de nature à augmenter la résistance de la voie.

Mr. W. Hohenegger, ch. de f. Nord-Ouest autrichien et jonction Sud-Nord allemande. — Il me paraît, messieurs, qu'il n'y a de divergences entre Mr. Michel et Mr. Dietler qu'en ce qui concerne la durée du rail. Ni l'un ni l'autre ne nous ont indiqué quel est le coefficient de durée qu'ils admettent. J'espère que ces messieurs voudront bien renseigner la section à cet égard.

La Compagnie du Saint-Gothard, notamment, reçoit des rails de toutes les parties du monde et il est important de savoir quel est le coefficient que cette Compagnie stipule dans ses cahiers de charges.

Mr. Dietler. — Il faut attribuer le peu de durée de nos rails dans les souterrains à la rouille; dans les parties à ciel ouvert de la ligne du Saint-Gothard, les rails durent aussi longtemps que partout ailleurs.

Mr. Michel, ch. de f. Paris-Lyon-Méditerranée. — En parlant de la durée des rails, je n'ai évidemment pas fait allusion aux rails existant dans les gares, très exposés aux frottements, ni aux rails des tunnels qui subissent les attaques de l'humidité et de la fumée. J'ai, au contraire, signalé expressément leur usure plus rapide.

En vue de satisfaire à l'honorable Mr. Hohenegger, je dirai que le coefficient de résistance fixé par les cahiers de charges de la Compagnie de Paris-Lyon-Méditerranée, est au minimum de 70 kilogrammes par millimètre carré, avec allongement de 12 millimètres.

Les usines nous donnent un métal comportant ordinairement une résistance de 72 à 78 kilogrammes par millimètre.

Mr. W. Hohenegger. — Les honorables Messrs. Dietler et Michel viennent de déclarer que la détérioration des rails dans les tunnels est occasionnée par la rouille. C'est là une circonstance exceptionnelle à laquelle nous ne devons pas nous arrêter.

Des renseignements donnés, on peut conclure qu'il faut attribuer la longue durée des rails en France à la bonne qualité du métal employé et aussi à la bonne construction des éléments de la voie.

Mr. John M. Toucey, New York Central and Hudson River RR. (En anglais.) — Nous avons eu une discussion très intéressante ce matin et beaucoup de points d'un haut intérêt ont été soulevés et discutés. Naturellement, des questions ont été traitées ici que nous n'avons pas encore rencontrées.

En ce qui concerne ce qu'a dit Mr. Johnson au sujet des rails, je vous déclarerai que nos premières expériences des rails d'acier remontent à 1867, 1868, 1869 et 1870 avec des rails provenant des usines John Brown et Barrow, en Angleterre. Ces rails étaient tous en acier dur et ont donné d'excellents résultats. En comparaison avec les rails que nous employons actuellement, ils étaient légers.

Nous avons commencé avec des rails en acier de 60 livres (30 kilogrammes) et de 30 pieds (9m14) de longueur, mais à présent nous avons des rails de plus de 100 livres (49.5 kilogrammes).

On a fait, depuis cette époque, de grands progrès dans la fabrication des rails aux États-Unis, et il est possible de fabriquer maintenant, sans les forger, d'aussi bons rails qu'autrefois en les forgeant.

Le trafic de notre réseau, comme beaucoup d'entre vous le savent, est très lourd. Nos wagons et nos machines sont lourds et nous avons dû, par conséquent, augmenter peu à peu le poids de nos rails jusqu'à 100 livres (49.5 kilogrammes) sur les grandes lignes où les trains atteignent une vitesse de 60, 100, 102 et même 105 milles par heure (96, 160, 163 et 168 kilomètres). Je vois des signes de doute, mais l'« Empire State Express » fait un trajet quotidien de 440 milles (704 kilomètres) à une vitesse de 53 milles (85 kilomètres) l'heure; mais quand nous sommes en retard, nous sommes obligés d'augmenter cette vitesse pour regagner le temps perdu. Nous arrivons souvent en retard à la gare terminus et, quand nous perdons du temps, une vitesse de 80 à 100 milles (130 à 160 kilomètres) est souvent atteinte. J'ai ici quelques statistiques et je vais vous lire les vitesses moyennes obtenues chaque jour en milles : 62.07, 67.6, 76,27, 69.23, 69.23, 66.17, 60, 62.07, 64.28, 64.28, 61.60, 64.28, 66.6, 72, 72, 72, 69.23, 76.6, 78.26, 73.47, 76.6, 76 6, 80, 80, 80, 81.8, 76.6, 83,71, 78.26, 80, 81.8, 100, 88, 83.7, 102.86, 78.26, 78.26 milles (soit en kilomètres : 99.31, 108.16, 122.03, 110 76, 110.76, 105.87, 96 0, 109.31, 102.84, 102.84, 98.56, 102.84, 106.56, 115.2, 115.2, 115.2, 110.76, 122.56, 125.21, 118.55, 122.56, 122.56, 128, 128, 128, 130.88, 122.56, 133.92, 125.21, 128, 130.88, 160, 140.8, 133.92, 164.57, 125.21, 125.21 kilomètres).

Le poids du train est de 328,950 livres (149,210 kilogrammes). Le poids de la locomotive et du tender, 204,000 livres (92,616 kilogrammes). Le poids de la charge est de 33,000 livres (15,000 kilogrammes) et le poids total du train, 565,950 livres (256,711 kilogrammes). Nos trains de marchandises ont en moyenne 50 wagons de 30 tonnes chacun et ont une longueur de 2,000 pieds (609 mètres), avec locomotive pesant 60 tonnes allant à une vitesse de 20 à 30 milles l'heure (32 à 48 kilomètres), suivant les besoins. Il y a d'autres chemins de fer américains qui sont dans les mêmes conditions.

En ce qui concerne les rails, nous avons augmenté leur dureté de 30 points jusqu'à 50 ou 60 points de carbone. Il en est résulté une grande économie d'argent et nous considérons qu'il est très avantageux d'avoir un rail dur.

Avant cela, les manufactures des États-Unis ne voulaient pas laminer des rails ayant plus de 30 à 35 points, de sorte que les rails ne duraient pas plus de cinq ou six ans. Avec les anciens rails de Barrow, nous pouvions compter sur quinze ans de service avec le trafic que nous avions alors. Aujourd'hui, avec notre trafic actuel et les rails lourds que nous avons adoptés, nous ne pouvons dire exactement quelle sera la durée d'un rail, mais nous l'estimons à vingt ans.

On a discuté la question du joint. Nous employons des éclisses de 36 pouces de

longueur (91 centimètres) pesant 80 livres (36 kilogrammes) la paire, avec des rails de 80 ou 100 livres par yard (39 $^1/_2$ ou 49 $^1/_2$ kilogrammes par mètre). Les éclisses sont retenues par six boulons. Nous n'avons plus de joints en porte-à-faux, bien que nous les ayons essayés il y a quelques années. Nous les avons abandonnés parce que l'inflection était trop grande.

Le joint est supporté par trois traverses : une au milieu, les autres aux extrémités des éclisses. Les joints sont chevauchés. Nous employons un appareil indicateur placé sur un wagon qui donne les inflections de la voie.

Avec les rails de 100 livres et ceux de 80 livres, et cette éclisse portant sur trois traverses, il n'y a presque pas d'inflection sensible aux joints. Le roulement est presque aussi doux au milieu du rail qu'aux extrémités. Nous arrivons donc à cette conclusion que notre système d'éclissage est le meilleur.

En l'absence de l'ingénieur en chef de la voie, le colonel Katte, qui s'est trouvé dans l'impossibilité de venir, Mr. Dudley, l'un de ses adjoints, qui a beaucoup étudié la qualité des rails, vous exposera toute la question, si vous voulez bien l'écouter.

Mr. P. H. Dudley, New York Central and Hudson River RR. (En anglais.) — La chose principale aujourd'hui dans la fabrication des rails, est d'obtenir que le métal ait une bonne composition, bien homogène. Ce n'est pas la proportion du carbone, mais la manière dont il est combiné qui importe le plus. Nous désirons avoir une forte proportion de carbone, contribuant à la dureté du métal, non simplement de carbone de cémentation. C'est ce qui nous donne le plus de résistance.

Pour les rails de 80 livres par yard (39 $^1/_2$ kilogrammes par mètre), nous admettons 0.45 à 0.55 p. c. de carbone, 0.15 à 0.20 p. c. de silicium et 1 à 1.2 p. c. de manganèse.

Le phosphore est limité à 0.06 p. c. Cette composition donne une forte proportion de carbone *durcissant* et un métal très solide.

Pour le rail de 100 livres (49 $^1/_2$ kilogrammes), nous admettons pour le carbone jusqu'à 0.60, pour le manganèse, 1.1 à 1.2, et le silicium, 0.15 à 0.20 p. c.

Les lingots ont 15 pouces carrés (96 centimètres carrés) à la base et l'acier, au lieu de couler peu à peu jusqu'au bout de chaque lingot, prend sur-le-champ sa place, de sorte qu'on obtient des lingots unis et pleins jusqu'au bout. Ces lingots n'ont pas la moindre trace de soufflure et sont très homogènes. Ils ont été soumis à des chocs sur des supports placés à 3 pieds de distance (0.914 mètre). Pour des rails de 65 à 70 livres (32 à 34 $^1/_2$ kilogrammes), le mouton est de 2,000 livres (907 kilogrammes) et tombe de 16 pieds (4.87 mètres) de hauteur en produisant une inflection de 1.8 à 2 pouces (45 à 51 millimètres) pour la qualité-type. Pour les rails de 75 à 80 livres par yard (37 à 39 $^1/_2$ kilogrammes par mètre), le mouton est de 2,000 livres (907 kilogrammes) et il tombe d'une hauteur de 20 pieds (6 mètres); l'inflection admise pour les rails de 80 livres est de 1.55 pouce (38 millimètres), ce qui correspond à un acier ayant une résistance à l'extension de 120,000 livres (54,430 kilogrammes) et à une limite d'élasticité de 65,000 à 70,000 livres (29,485 à 31,750 kilogrammes). Cette dernière est plus importante que la résistance à la tension.

En ce qui concerne la raideur du rail de 80 livres placé sur des supports distants de 30 pieds (9m14), un poids de 100 livres (45 kilogrammes) produit une inflexion de $^{113}/_{1000}$ de pouce (3 millimètres). Le module d'élasticité pour cet acier est de 29,500 livres par pouce carré (2,075 kilogrammes par centimètre carré); en abaissant la proportion de carbone, on diminue le module d'élasticité. Il a été prouvé d'une façon certaine que plus est élevé le titre de l'acier, plus le module d'élasticité est élevé. L'inflexion pour le rail de 100 livres avec des supports placés à 30 pieds est $^{66}/_{1000}$ de pouce (1 $^1/_2$ millimètre) (ceci s'applique à un rail de 6 pouces [152 millimètres] de hauteur et de 5 $^1/_2$ pouces [140 millimètres] à la base) et il a une résistance de 80 p. c. plus élevée que le premier rail de 80 livres placé à l'origine sur le « New York Central and Hudson River ». La proportion pour cent d'allongement du rail sous le faible mouton est de 14 à 18 p. c. quand le rail est placé sur le côté. Quand le mouton tombe sur la tête du rail, l'allongement est de 5 p. c. Un second coup ne l'augmenterait que de 7 à 8 p. c., en produisant un effort en d'autres endroits.

Nous avons un wagon *indicateur* qui, en parcourant la voie, fait connaître les inflexions des rails au moyen de diagrammes. Ce wagon additionne en pieds et pouces, par mille, les sinuosités des rails et donne la manière de se comporter de l'acier.

Les fonctionnaires du chemin de fer peuvent ainsi voir la manière dont se comporte chaque mille de ligne et apprécier s'il faut améliorer la voie par la main-d'œuvre d'entretien ou s'il faut renouveler les rails.

On a observé que le minimum des sinuosités d'un rail de 100 livres (49 $^1/_2$ kilogrammes) est de 1 pied 9 pouces par mille (333 millimètres par kilomètre) et ce chiffre est le plus bas auquel on puisse arriver en dressant la voie le mieux possible.

Le chiffre analogue pour la voie de 80 livres (39 $^1/_2$ kilogrammes) est de 2 pieds 6 pouces (476 millimètres par kilomètre). On est arrivé de la sorte sur le « New York Central » et sur d'autres lignes, dans les dix dernières années, à réduire les sinuosités des rails par mille au minimum, et les voies y sont aussi unies que possible eu égard au poids du rail. Pour arriver à ce résultat, il a fallu introduire des modifications importantes dans la fabrication des rails et les produire plus droits que par le passé. (Voir l'annexe pour la description des diagrammes.)

Mr. von Lenz, ch. de f. Nord Empereur Ferdinand, Autriche. — Je désirerais savoir des représentants de compagnies qui ont des voies présentant de fortes pentes, ou dont les stations sont très rapprochées — je citerai, par exemple, la ligne de Paris à Marseille et les lignes du « Métropolitain » — si l'on a étudié l'effet que peut avoir sur la durée des rails les freins instantanés, tels que les freins Westinghouse, Smith, etc.

Mr. le Président. — L'heure étant avancée, je vous propose, messieurs, de lever la séance. (*Adhésion.*)

— La séance est levée à midi trois quarts.

Séance du 1er juillet 1895, à 2 1/4 heures.

Mr. d'Abramson, ch. de f. de l'État russe. — Je lis à la page 133 du rapport de Mr. Ast :

La raideur du rail entre en considération pour autant que la charge qui agit sur le rail se transmet à d'autres traverses qu'à celle directement située sous elle. Le calcul relatif à ce point nous apprend cependant que la raideur voit l'augmentation de son efficacité décroître rapidement, à mesure qu'elle-même augmente, et c'est avec un rail d'environ 45 kilogrammes qu'on a la limite au delà de laquelle un renforcement du rail est presque complètement inefficace pour la répartition de la charge sur un plus grand nombre de traverses.

D'autre part, on trouve à la page 148 l'appréciation que voici :

Il ressort du tableau ci-après, que les nouveaux rails des chemins de fer français et belges, dont les poids par mètre courant sont compris entre 46 et 50 kilogrammes, peuvent, à ce point de vue, paraître se justifier.

Il semble y avoir là quelque contradiction.

Dans sa session de Saint-Pétersbourg, le Congrès a constaté qu'il y avait une tendance à augmenter le poids du rail; cette tendance semble continuer à exister.

Je voudrais, dès lors, connaître l'avis de nos collègues belges au sujet du rail « Goliath » qu'ils utilisent.

Croient-ils pouvoir aller au delà du poids de 52 kilogrammes ou bien partagent-ils la manière de voir de Mr. Ast, qui considère que ce poids de 52 kilogrammes est trop élevé ?

Mr. De Busschere, ch. de f. de l'État belge. — Pour répondre aux questions posées ce matin par Mr. Dietler et maintenant par Mr. Abramson, je dois tout d'abord déclarer que nos rails de 52 kilogrammes se comportent bien. Ils constituent une bonne voie et n'ont, à mon avis personnel, d'autre défaut que de donner une voie plus coûteuse qu'il est nécessaire. Il n'est pas douteux, en effet, qu'au point de vue de la stabilité, un rail de 40 à 45 kilogrammes par mètre courant aurait suffi, mais l'Administration belge a désiré avoir une très grande marge pour l'usure, et celle-ci peut, avec le Goliath, être poussée jusque 25 millimètres. C'est la principale considération qui a fait adopter le rail de 52 kilogrammes.

En ce qui concerne l'usure de ce rail, il en a déjà été question à Saint-Pétersbourg. Je vous disais alors que les appareils spéciaux de la voie, croisements et traversées, s'usaient assez rapidement et que plusieurs de ces appareils avaient dû être retirés de la voie au bout de deux ans et même moins. L'attention des usines qui ont fourni ces appareils a été appelée sur cette circonstance, et ces usines étudient les moyens d'arriver à fabriquer des rails de croisement ne s'usant pas plus rapidement que ceux de la voie. J'espère qu'elles réussiront, mais l'avenir peut seul nous dire exactement jusqu'à quel point le résultat obtenu sera satisfaisant.

Mr. Mantegazza, ch. de f. de la Méditerranée italienne. — Je voudrais consulter l'assemblée sur la question de savoir quel est le meilleur modèle de voie à adopter pour les grandes lignes.

Comme vous le savez, il existe sur le réseau des chemins de fer de la Méditerranée de longs tunnels; nous avons ceux du mont Cenis, de Ronco, des Giovi, de Sella, etc.

Nous exploitons des lignes qui ne sont pas notre propriété. Dans la galerie de Ronco, le gouvernement a fait poser des rails Vignoles du poids de 36 kilogrammes; au bout de quatre années, la voie a dû être reconstruite.

Nous avons été obligés d'adopter le rail à coussinets ayant les proportions suivantes : 150 millimètres de hauteur, 72 millimètres pour le champignon supérieur et 90 millimètres pour le champignon inférieur. Ce rail pèse 45 kilogrammes. Nous en sommes satisfaits. Ce que je désire surtout savoir, c'est s'il faut donner la préférence au rail à coussinets plutôt qu'au rail Vignoles dans les longs tunnels où il faut redouter l'oxydation. Nous avons l'habitude d'enduire les rails des tunnels d'une couche de peinture, afin de les protéger contre l'oxydation. Or, cette peinture peut se faire beaucoup plus rapidement lorsque le rail est à coussinets, et, à ce point de vue, ce rail paraît présenter des avantages que n'offre pas le rail Vignoles. Je soumets cette considération à l'assemblée et je serais heureux d'obtenir son avis. Le remplacement des rails se fait aussi bien plus facilement, et c'est une chose importante, car le plus long intervalle entre le passage des trains est de deux heures.

Mr. le Président. — Il s'agit toujours du poids des rails. Quelques délégués voudraient-ils bien nous donner des renseignements à ce sujet? Le rapporteur, pour le continent, estime qu'il est inutile d'augmenter le poids du rail au delà de 45 kilogrammes.

Mr. Sabouret, ch. de f. de Paris-Orléans. — Messieurs, les conclusions proposées tendent à établir une relation entre le poids du rail et la vitesse que la voie doit pouvoir supporter.

On a parlé du rail de 35 à 40 kilogrammes comme suffisant pour des vitesses de 80 à 90 kilomètres à l'heure; on a, d'autre part, indiqué la nécessité de faire entrer des rails plus lourds, c'est-à-dire dépassant 40 kilogrammes, dans la composition des voies qui doivent supporter des vitesses de plus de 100 kilomètres.

Ces conclusions semblent plutôt exprimer une opinion que signaler le résultat des faits.

Si j'examine, en effet, ce qui se passe sur le réseau français, je constate, d'une part, que des compagnies qui ont les trains les plus rapides, dont la vitesse atteint 120 et 140 kilomètres à l'heure, utilisent un rail Vignoles de 30 kilogrammes.

Ces compagnies ont un service courant avec des vitesses de 100 kilomètres.

Nous constatons, d'autre part, que d'autres compagnies qui emploient un rail de 38 kilogrammes hésitent à dépasser la vitesse de 100 kilomètres. Il faut attribuer la chose à certaines circonstances, principalement à la stabilité des machines. C'est pourquoi je pense qu'il y aurait imprudence à établir une relation de chiffres entre

le poids minimum du rail et la vitesse maximum que ce rail peut supporter.

Mr. Agnellet, ch. de f. du Nord français. — La Compagnie du Nord possède une voie composée de rails Vignoles de 30 kilogrammes sur laquelle circulent des trains dont la vitesse dépasse fréquemment 100 kilomètres à l'heure; cette voie sera maintenue pendant assez longtemps encore.

Progressivement, nous substituons aux rails de 30 kilogrammes des rails de 45 kilogrammes, parce que nous reconnaissons que la voie actuelle, tout en satisfaisant à une exploitation intense, au double point de vue du tonnage et de la vitesse, laisse à désirer sous le rapport de la fixité et occasionne des frais onéreux d'entretien.

Le rail de 45 kilogrammes a été adopté afin d'obtenir une voie robuste, susceptible de se prêter à un certain développement de la vitesse.

La voie de 30 kilogrammes, lorsqu'elle est bien entretenue, peut faire face à un important trafic; mais, dans le but de faciliter le roulement des véhicules et de réduire les dépenses d'entretien, l'augmentation du poids des rails paraît s'imposer. Le nombre de traverses constitue, d'ailleurs, un élément important de résistance; sur les lignes où circulent de grands express, il semble convenable d'employer 16 traverses par rail de 45 kilogrammes de 12 mètres de longueur; sur les lignes parcourues par des trains d'une vitesse modérée, on peut se contenter de 14 ou 15 traverses.

Mr. Belelubsky, ch. de f. de l'État russe. — Mr. Ast dit dans son rapport, page 174: *Les rails doivent avoir une section transversale dont le moment résistant soit d'environ 200.*

Cela implique que l'on peut obtenir avec des rails d'un même poids, des moments de résistance et un degré de stabilité différents.

En Russie, on a établi des sections de rails ayant des poids moindres et offrant néanmoins plus de résistance. Je suis donc de l'avis de Mr. Sabouret, lorsqu'il dit que des rails de 30 kilogrammes peuvent supporter une grande vitesse; cela dépend essentiellement du moment de résistance.

Mr. De Busschere. — A la page 138 du rapport de Mr. Ast, nous trouvons le passage suivant :

On ne peut cependant pas considérer comme rationnellement construite une voie dans laquelle on ne pourrait conserver un trafic de même intensité, qu'en recourant à des travaux trop fréquents de redressement, et c'est aussi à ce point de vue qu'on doit se placer pour apprécier la valeur que nous avons trouvée par le calcul comme limite supérieure de la capacité de service d'une voie.

Mr. Ast est donc d'accord avec Mr. Agnellet.

Mr. Ast est également d'avis qu'il ne suffit pas pour qu'une voie soit bonne qu'elle permette la circulation des trains à grande vitesse, mais il faut aussi qu'elle n'occasionne pas de trop grands frais d'entretien.

En Belgique, il existe des voies qui supportent une circulation intense; elles se

comportent bien au point de vue de la stabilité, mais elles exigent beaucoup d'entretien, et nous cherchons à réduire la dépense qui en résulte en les consolidant.

Mr. Agnellet. — Les observations comparatives en cours sur le réseau du Nord permettent de croire que l'augmentation du poids du rail aura pour conséquence une réduction sensible des dépenses d'entretien.

Mr. von Leber, Ministère du commerce, Autriche. — Je crois que l'on n'a pas bien saisi la pensée de Mr. Ast.

On prétend qu'il veut établir une relation directe entre la vitesse et le poids du rail. Cela n'est pas tout à fait exact. Mr. Ast a considéré trois éléments :

1° La vitesse; 2° le poids du rail, et 3° la charge par essieu. Ce dernier élément est très important. Je dirai, en passant, qu'en Autriche et en Allemagne cette charge ne dépasse pas 14 tonnes.

Mr. Ast. tenant compte des trois éléments dont je viens de parler, a émis l'opinion que le rail de 40 kilogrammes était suffisant pour supporter une vitesse de 80 kilomètres à l'heure.

Il est certain que si l'on donne à l'ingénieur le poids par mètre, il tracera son profil le plus avantageusement possible. Cela ne peut être mis en doute. J'attire spécialement l'attention de l'assemblée sur la portée exacte de la déduction de Mr. Ast, déduction qui ne me paraît pas avoir été bien comprise.

Mr. Dietler, ch. de fer du Gothard. — Je remercie Mr. De Busschere des renseignements qu'il a fournis.

D'après lui, le rail de 52 kilogrammes rend des services, mais il n'y aurait aucun inconvénient à ce qu'il fût moins lourd.

Je me permets, à ce sujet, de faire part à l'assemblée des résultats d'une enquête à laquelle se sont livrés les ingénieurs des chemins de fer suisses à l'égard d'un type de rail fort pour les voies fatiguées.

Il résulte de leur étude que, pour la voie la plus chargée, on peut construire un type très satisfaisant sous tous les rapports en ne dépassant pas 47 kilogrammes. Ils sont arrivés à ce résultat en examinant la question, non seulement au point de vue technique, mais aussi à un point que l'on n'a pas discuté jusqu'à présent, au point de vue économique.

Eh bien, ils ont reconnu que le rail de 47 kilogrammes, donc un rail des plus lourds que nous employons, était incontestablement le moins onéreux, attendu qu'il a une plus longue durée — que par conséquent la charge d'amortissement annuelle est peu élevée — et ensuite, parce qu'il diminue considérablement les frais d'entretien. Ainsi les frais locaux, y compris l'intérêt du capital, sont moindres et sous tous les rapports le rail de 47 kilogrammes paraît celui qui répond le mieux aux exigences.

Il m'a semblé, du reste, que les considérations que nous avons entendu développer aujourd'hui, par des représentants de différents pays, ne font qu'appuyer cette conclusion.

Dès lors, j'estime que celle de Mr. Ast est un peu large; il admet, en effet, un poids variant de 35 à 46 kilogrammes par mètre.

Tenant compte de ce qui a été dit au cours de cette discussion, on pourrait élever le minimum en le remplaçant par 40 kilogrammes. On arriverait donc à dire que le poids du rail entrant dans la composition *d'une voie très chargée* doit varier de 40 à 47 kilogrammes.

Mr. von Boschan, ch. de f. Nord Empereur Ferdinand, Autriche. — Je désire attirer l'attention de Mr. Dietler sur la portée exacte des conclusions de Mr. Ast.

L'honorable rapporteur a fait une distinction bien marquée entre les voies parcourues par des trains marchant à la vitesse de 80 kilomètres à l'heure avec des charges n'excédant pas 14 tonnes et les voies parcourues par des trains circulant à une vitesse supérieure à 80 kilomètres, avec des charges dépassant 14 tonnes. C'est ce qui explique la différence qu'il admet entre les poids de rails; pour les premières voies, c'est-à-dire pour celles qui ne sont pas à l'usage des grands express et qui ne sont pas trop fatiguées, il considère que le rail de 35 kilogrammes est suffisant; pour les secondes, il préconise le rail de 40 kilogrammes et au delà.

Mr. Mantegazza, ch. de f. de la Méditerranée italienne. — Je ne vois pas bien la nécessité de fixer le poids du rail, car, selon moi, ce n'est pas le poids qui en fait la qualité.

On peut obtenir une bonne voie avec un rail relativement léger si l'on met un nombre suffisant de traverses. Ce qu'il faut surtout déterminer, c'est la section au point de vue de l'utilisation de la matière. J'émets cette opinion pour les lignes qui ne sont pas fatiguées, tandis que pour celles sur lesquelles circulent des trains à grande vitesse et un matériel dont les essieux ont un poids de 15 tonnes, je crois qu'il faut dépasser le poids de 36 kilogrammes.

Mr. le Président. — Il me paraît cependant nécessaire de fixer des limites.

L'honorable rapporteur estime que pour les voies où circulent des trains marchant à la vitesse maximum de 80 kilomètres à l'heure, et dont la charge d'essieux ne dépasse pas 14 tonnes, il suffit d'employer le rail de 35 kilogrammes. Il considère, d'autre part, que du moment où l'on dépasse et cette vitesse et cette charge, il faut employer un rail plus lourd dont le poids peut aller jusqu'à 45 kilogrammes. D'après lui, il n'y a pas utilité à dépasser cette limite.

Mr. Mantegazza. — Qui dit cela?

Mr. von Leber. — Le rapporteur.

Mr. le Président. — C'est une question dont l'importance ne vous échappera pas.

Mr. Mantegazza. — En empruntant les avantages du rail à double champignon et du rail à patin, on peut arriver à une voie à coussinet dont le rail ne dépasse pas 45 kilogrammes; c'est ainsi que nous avons procédé dans le tunnel de Ronco.

Mr. von Leber. — C'est une question d'argent qui domine.

Mr. Bruneel, ch. de f. de l'État belge. — Nous ne pouvons nous rallier à la partie des conclusions qui nous sont proposées par Mr. le rapporteur Ast quant au poids des rails. Nous ne pouvons décréter qu'il n'est pas permis, sous peine de tomber dans l'excès, de donner au rail des voies très fatiguées, telles que nous les avons définies, un poids supérieur à 45 kilogrammes par mètre courant.

Mr. Ast, pour arriver à la conclusion qu'il nous propose, se base principalement sur des considérations théoriques et sur des calculs corrigés, il est vrai, dans une certaine mesure, par des résultats d'expériences. J'estime, messieurs, que la détermination du poids limite des rails ne peut être livrée au calcul seul et que si les considérations théoriques peuvent servir à fixer un minimum, elles ne peuvent mener à la détermination d'un poids maximum qui ne pourrait être dépassé sans tomber dans l'excès.

Et je crois être bien plus d'accord sur ce point avec Mr. Ast qu'il ne semble tout d'abord. Je lis, en effet, à la page 170 de l'exposé que nous avons sous les yeux, le passage suivant :

> L'impossibilité dans laquelle on se trouve de déterminer de façon satisfaisante, soit par la théorie, soit par l'expérience, les augmentations de fatigue qui sont la conséquence d'une augmentation de vitesse, ne permet pas de donner à l'exposé une solution decisive sur l'un ou l'autre de ces deux points.

Cette opinion se retrouve ailleurs encore sous d'autres formes et notamment à la page 107, où Mr. Ast émet l'avis que :

> L'examen théorique ne donne pas la mesure certaine de la résistance d'une voie.

Parmi les facteurs les plus importants de la fatigue de la voie, figurent les actions dynamiques dues aux chocs anormaux, actions qui croissent rapidement avec la vitesse des moteurs. Il est impossible d'introduire avec quelque précision dans les calculs l'influence de ces actions dynamiques. Il n'existe à ce sujet que des hypothèses tout approximatives. Les résultats auxquels on arrive par le calcul ne peuvent donc être considérés que comme des indications approchées et il ne me paraît pas permis d'en conclure à des limites maximums pour le poids des rails.

Le Congrès ne saurait donc décréter de façon formelle que le poids de 45 kilogrammes est une limite supérieure qui ne peut rationnellement être dépassée. Ce chiffre n'est que le résultat de calculs théoriques d'une approximation qui nous échappe et qui ne peuvent mener à des conclusions aussi absolues.

Pourquoi dès lors admettre comme limite maximum 45 kilogrammes et non pas 46 ou 48 kilogrammes, comme la Compagnie du chemin de fer de Paris-Lyon-Méditerranée, ou même 52 kilogrammes comme l'État belge?

La section devrait plutôt se rallier à l'opinion émise par Mr. le rapporteur anglais Hunt, lorsqu'il dit page 7 :

> Les efforts imposés aux rails par la charge roulante ne se prêtant pas à un calcul assez exact pour qu'il soit possible de dessiner un rail d'après les mêmes principes scientifiques qu'une poutre, les ingénieurs anglais considèrent que l'observation minutieuse des effets

produits sur la voie par les charges roulantes est le meilleur moyen de déterminer les dimensions et la forme du rail.

Je pense que là est la vérité et qu'il faut s'inspirer bien plus de l'observation des faits que des résultats de formules mathématiques qui ne peuvent que très vaguement tenir compte des efforts anormaux qui entrent pour une si large part dans la fatigue des éléments de la voie.

Je propose donc à la section de ne pas fixer de limite supérieure et de confirmer plutôt ce que le Congrès a dit déjà en diverses circonstances sous une forme un peu vague, il est vrai, — mais nous savons tous pourquoi les conclusions du Congrès sont parfois vagues, — que le renforcement des voies doit être en rapport avec les charges que la voie doit supporter, avec l'importance du trafic et avec la vitesse des trains.

Si nous fixions la limite maximum de 45 kilogrammes comme nous le propose Mr. Ast, nos conclusions constitueraient une critique, peut-être injuste, des mesures prises notamment par la Compagnie du chemin de fer de Paris-Lyon-Méditerranée et par l'État belge, qui ont porté le poids de leurs rails respectivement à 48 et à 52 kilogrammes par mètre courant.

Je crois donc devoir insister pour que le poids de 45 kilogrammes qui ne résulte après tout que de considérations théoriques corrigées, il est vrai, par des coefficients d'une approximation qui nous reste inconnue, ne soit pas admis *ne varietur* comme une limite extrême qu'on ne peut dépasser sans tomber dans l'excès.

Mr. Ast, *rapporteur*. — Il est fort difficile de spécialiser. Chaque Administration peut établir ses voies en tenant compte des circonstances d'exploitation. Mais, quand il s'agira de construire une voie modèle, une voie qui permette la circulation des trains les plus rapides, on devra se poser cette question : Des circonstances ne vont-elles pas exiger une nouvelle augmentation de la charge de roue ou une nouvelle accélération de vitesse? C'est pour parer à cette éventualité qu'on doit recommander un profil tel qu'au moyen d'une mesure simple consistant, par exemple, dans l'augmentation des traverses, le rail soit rendu à même, le cas échéant, de supporter des fatigues plus fortes.

L'expérience nous enseigne que le rail qui a un moment de résistance de 200, est un rail dont le poids dépasse 40 kilogrammes.

Je vous engage, messieurs, à examiner les modèles que j'ai représentés dans mon rapport et je suis convaincu que vous accepterez ma proposition.

Mr. Wasiutynski, ch. de f. Varsovie-Vienne. — On vous a dit, tout à l'heure, qu'on pouvait établir un rapport entre le poids du rail, la charge d'essieu et la vitesse. J'admets ce rapport; toutefois, je suis d'avis qu'il faudrait préciser la forme de la section du rail dont dépend l'utilisation du matériel. Un rail plus lourd ne sera pas toujours un rail plus résistant et plus raide.

Je considère aussi que le poids du rail est subordonné à l'éloignement des traverses et qu'il serait utile de spécifier à quelle distance de celles-ci il se rapporte.

Mr. le Président. — Ne parlons pas pour le moment de l'écartement des traverses; nous traiterons ce point ultérieurement.

Mr. Wasiutynski. — Il me paraît cependant nécessaire d'en parler, monsieur le Président, sinon le rapport entre le poids du rail, la charge et la vitesse deviendra arbitraire.

Mr. le Président. — Je crois, messieurs, que la discussion générale peut être close. Mr. le secrétaire principal Debray va vous soumettre un projet de délibération qui s'inspire des observations qui ont été formulées et qui paraît pouvoir servir de base à la discussion.

Mr. Debray, *secrétaire principal.* — Voici le projet de délibération :

« 1° La section prend acte qu'on peut à la rigueur faire passer sur une voie « armée de rails de 30 kilogrammes par mètre courant, des trains rapides d'une « vitesse de 100 à 120 kilomètres (62 à 74 $^1/_2$ milles) à l'heure, mais pour diverses « raisons, notamment en vue de diminuer les frais d'exploitation, il est préférable « d'employer des rails plus lourds;

« 2° Le poids des rails à employer sur les lignes de grande vitesse dépend des « conditions d'établissement de la voie, de la vitesse des trains qui doivent y circu- « ler, des conditions de construction, de marche des véhicules;

« 3° Pour une charge par essieu de 14 tonnes et une vitesse maximum de « 80 kilomètres à l'heure, il suffit, pour assurer un bon service, de faire usage de « rails de 35 kilogrammes par mètre courant;

« 4° Pour de plus grandes charges par essieu ou pour de plus grandes vitesses, « il conviendrait de faire usage de rails plus lourds, jusque 45 kilogrammes par « mètre courant;

« 5° Un poids plus fort ne paraît pas, pour le moment, présenter d'avantages « assez grands pour justifier une augmentation des dépenses de premier établisse- « ment. »

Un membre. — Je demanderai qu'il soit apporté une petite modification à cette rédaction.

Il convient, à mon avis, de remplacer les mots : *à la rigueur* par les mots : *lorsqu'une voie est bien entretenue.*

Il faut éviter une rédaction qui impliquerait un blâme aux Administrations qui utilisent des rails de 30 kilogrammes.

Mr. Debray. — Il est clair que toutes les voies sont bien entretenues; cela est sous-entendu et dès lors il est inutile de le dire.

Mr. J. R. Bell, Gouvernement des Indes anglaises. (En anglais.) — Puis-je demander si la proposition s'applique au rail à double champignon ou au rail à patin? Je pense que parler de rails de 40 ou de 80 livres par yard ne peut suffire quand il s'agit de deux espèces de rails différentes, l'une avec coussinets et l'autre sans.

Mr. le Président. — C'est précisément la difficulté dont j'ai parlé ce matin; il y a deux systèmes différents : le rail Vignoles et le rail anglais. Avez-vous quelque objection contre la rédaction proposée.

Mr. J. R. Bell. (En anglais.) — En chiffres ronds, je pense qu'il faudrait que le rail à patin comparé au rail à double champignon de même résistance fût de 10 p.c. plus lourd.

Mr. le Président. — Il est cependant démontré par la pratique que sur les rails à patin de 30 kilogrammes, on peut faire circuler des trains marchant à la vitesse de 100 kilomètres.

Si la chose est possible avec le rail à patin, à plus forte raison est-elle possible avec le rail à double champignon du même poids.

Mr. Agnellet, ch. de f. Nord français. — La rédaction qu'on nous propose ne tient pas compte du nombre de traverses; or, cet élément de résistance ne peut être négligé. Les points d'appui successifs de la voie n'ayant pas toujours la même valeur, il est impossible de soumettre le rail à un calcul précis de stabilité. Néanmoins, l'espacement des traverses intéresse au plus haut degré la solidité de la voie.

Pour pouvoir se prêter à la circulation des trains rapides, il est nécessaire qu'une voie soit pourvue de traverses rapprochées, assises sur un excellent ballast. Sur le réseau du Nord, le nombre de traverses par rails de 30 kilogrammes, de 8 mètres de longueur, est aujourd'hui de dix et sera prochainement porté à onze.

On ne peut mettre en doute la possibilité de faire passer des trains express sur une voie de 30 kilogrammes. Il conviendrait, toutefois, d'accentuer la rédaction en disant que cette circulation nécessite un très bon ballast et exige un nombre de traverses en rapport avec le poids et la vitesse des machines.

Mr. Brière, ch. de f. Paris-Orléans. — Messieurs, il y a plusieurs éléments très importants qui me paraissent avoir été négligés et dont il faut nécessairement tenir compte.

Tout d'abord, il importe de considérer les courbes de la voie. On nous a cité l'exemple de trains express circulant sur des rails de 30 kilogrammes; je crois que la ligne à laquelle on a fait allusion ne présente que quelques courbes à rayons extrêmement grands, supérieurs à 800 mètres. Si je me trompe, qu'on veuille bien me le dire.

La longueur du rayon doit donc entrer en ligne de compte.

Le second élément dont il faut ne pas se désintéresser, c'est le type des machines employées. J'en reviens encore à cette ligne que l'on a visée tout à l'heure et j'y constate des particularités très intéressantes.

Les locomotives qu'elle utilise ont été étudiées avec un soin minutieux. Cela n'a pas été aisé d'arriver, à l'aide de rails de 30 kilogrammes, à faire circuler des trains marchant à la vitesse de 100 et de 110 kilomètres à l'heure.

Au début, il y a eu des incidents, mais par bonheur, dans cette Compagnie, l'en-

tente la plus parfaite règne entre le service de la traction et le service de la voie.

Le jour où l'on a mis ces trains rapides en circulation, on s'est aperçu que la voie souffrait. Que s'est-il passé?

Le service de la traction, au lieu de se montrer intolérant, a mis immédiatement ses machines à l'étude; il s'est rendu compte du mouvement des essieux et, grâce à quelques modifications de détail, ces mêmes machines sont devenues souples. La voie, dès lors, a permis leur circulation. Si, au lieu de cela, le service de la traction s'était obstiné à maintenir son type de machine, je crois pouvoir affirmer que l'on eût dû ou bien renoncer à leur usage ou modifier la voie.

Je me permettrai, messieurs, d'ajouter encore un mot.

J'estime que c'est dans cette entente entre le service de la voie et le service de la traction, et non pas dans des chiffres qui ne disent pas grand'chose, qu'il faut chercher la raison de cette situation spéciale qu'on nous a signalée.

Une machine dont l'essieu d'avant est chargé de 16 ou 18 tonnes, peut être innocente pour une voie, alors qu'une machine dont l'essieu est chargé de 14 tonnes seulement peut être fatale à cette même voie.

La question est extrêmement grave et la difficulté de sa solution doit nous engager à nous montrer très réservés quand il s'agit de donner des chiffres. Ces chiffres, qui peuvent s'appliquer à telle ligne, à tel trafic, à telle vitesse, à telle machine, ne s'appliqueront pas à une autre ligne ayant le même trafic, mais sur laquelle circulent des machines d'un type différent.

Comme vous le savez, les réactions des machines sur la voie sont encore pour nous pleines de mystère. C'est certainement une des questions qui méritent le plus de fixer l'attention des ingénieurs du chemin de fer et c'est, malheureusement, celle qui est la moins étudiée.

Lorsque le service de la traction construit une machine nouvelle, il ne songe qu'à une chose : la faire très forte, mais il ne se préoccupe pas des effets qu'elle produira sur la voie. Si l'on construisait une seule machine et qu'on la soumît à des expériences, cela ne serait que demi-mal, car, immédiatement, on constaterait qu'il faut y apporter des améliorations pour ménager la voie. Malheureusement, une fois le nouveau type arrêté, on construit toute une série. Ce n'est que lorsqu'elle a fonctionné pendant quelque temps qu'on se rend compte de son œuvre de destruction et qu'on s'aperçoit que la voie n'est pas capable de lui résister.

Alors, au lieu de corriger la machine, on s'en prend à la voie, on la renforce, on la renforce encore, on la renforce toujours!

On n'en serait pas réduit à cette nécessité, si l'on consentait à rendre la machine moins brutale, sans toutefois diminuer sa puissance. Pourquoi ne pourrait-on pas demander humblement au service de la traction de vouloir bien rechercher le moyen d'apporter, dans les types nouveaux de machines, quelques améliorations qui auraient pour conséquence de les rendre moins funestes pour la voie? Ne serait-ce pas là, le plus souvent, la solution du renforcement?

Je m'excuse, messieurs, d'avoir été si long, mais j'ai tenu à vous montrer que nous

devons être très prudents dans nos appréciations, car, en matière de circulation de machines, il ne peut y avoir de règles absolues. (*Applaudissements.*)

Mr. Ast, *rapporteur*. — Je désire dire quelques mots en réponse à Mr. Wasiutynski, qui a introduit dans le débat la question de l'espacement des traverses. Ainsi que je l'ai dit dans mon rapport, l'écartement et le nombre des traverses sont dépendants, plus ou moins, de la capacité du rail. Ces éléments n'intéressent que la pression du ballast. Lorsque l'on construit une voie, que ce soit avec des rails légers ou avec des rails lourds, plus l'espacement des traverses est petit, plus on diminue la pression du ballast en faveur de l'économie de l'entretien.

L'écartement des traverses est un facteur qui doit aussi être envisagé dans ses rapports avec la position occupée par les roues des véhicules, car celle-ci modifie la charge du rail et la pression du ballast qui en dépend.

Mr. Debray, *secrétaire principal*. — Mr. le Président me charge de vous proposer une modification qui donnera satisfaction à l'observation de principe faite par Mr. Brière. Cette modification consisterait à intervertir l'ordre des paragraphes.

On pourrait commencer par celui-ci :

« Le poids des rails à employer sur les lignes de grande vitesse dépend des con-
« ditions d'établissement de la voie, de la vitesse des trains qui doivent y circuler,
« des conditions de construction et de marche des véhicules. »

En votant d'abord sur cette question de principe, nous donnerions satisfaction aux ingénieurs de la voie sans trop attaquer ceux de la traction.

Mr. von Leber, Ministère du commerce, Autriche. — Cette rédaction ne dit rien. Si nous votons une délibération dans ce sens, nous enfonçons une porte ouverte.

Mr. Debray. — Puis viendrait immédiatement après le paragraphe suivant :

« La section prend acte qu'on peut, avec un concours de circonstances favorables,
« faire passer sur une voie armée de rails de 30 kilogrammes par mètre courant des
« trains rapides d'une vitesse de 100 à 120 kilomètres à l'heure. Mais, pour diverses
« raisons, notamment en vue de diminuer les dépenses d'exploitation, il est préfé-
« rable d'employer des rails plus lourds. »

Mr. von Leber. — C'est par là qu'il faudrait commencer. (*Hilarité.*)

Mr. Debray. — Enfin viendraient les 3e, 4e et 5e paragraphes dans l'ordre où je vous les ai lus tout à l'heure.

Mr. Brière, ch. de f. Paris-Orléans. — J'estime que c'est à tort que l'on néglige de parler du rayon des courbes.

Mr. le Président. — Je vous ferai remarquer que nous devons autant que possible envisager les choses à un point de vue général et nous borner à enregistrer les résultats des expériences qui ont été faites.

On nous a dit, d'une part, que sur des voies de 30 kilogrammes (60 livres par

yard) circulent des trains marchant à la vitesse de 100 à 110 kilomètres (62 à 68 milles) à l'heure. On nous a dit, d'autre part, que pour les lignes sur lesquelles doivent circuler des trains roulant à la vitesse de 90 à 100 kilomètres à l'heure (56 à 62 milles), on peut s'en tenir au rail de 35 kilogrammes (71 livres par yard).

Enfin, lorsque les charges d'essieu dépassent 14 tonnes et la vitesse 100 kilomètres, on peut aller jusque 45 kilogrammes (91 livres par yard).

Voilà les limites qui ont été fixées dans la discussion, limites desquelles nous ne devons pas, me semble-t-il, sortir, pour tenir compte de considérations qui ne sont particulières qu'à certaines exploitations.

Mr. Ast, *rapporteur.* — On nous a dit que la Compagnie du Nord admettait le poids de 45 kilogrammes.

Mr. le Président. — Oui, mais elle utilise encore le rail de 30 kilogrammes.

Mr. Agnellet, ch. de f. Nord français. — La Compagnie du Nord passe par étapes successives de 30 à 45 kilogrammes.

Mr. le Président. — Le chemin de fer auquel j'ai l'honneur d'appartenir et qui exploite de grandes lignes à circulation intense, a reconnu, de son côté, qu'il n'était pas nécessaire d'utiliser un rail d'un poids supérieur à 35 kilogrammes.

Mr. Fouan, ch. de f. de l'État français. — J'estime, pour ma part, qu'il vaut mieux ne pas fixer un chiffre précis pour le poids du rail.

Mr. Ast, dans ses conclusions, considère que le rail de 45 kilogrammes est celui qui convient le mieux pour une voie parcourue par de grands express, mais il n'entend nullement critiquer l'emploi du rail d'un poids inférieur.

Les différentes Administrations de chemins de fer en France se préoccupent, du reste, d'améliorer la stabilité des voies, d'augmenter le poids des rails entrant dans la composition des voies parcourues par des trains d'une vitesse de 80 kilomètres à l'heure et de porter ce poids à un minimum de 40 kilogrammes.

Je pense donc qu'il serait préférable de soumettre à l'avis de la section une proposition qui pourrait être libellée en ces termes :

« La section constate que sous réserve de la disposition des autres éléments de la « voie et de la constitution du matériel roulant, il y a une tendance générale soit « pour améliorer dès à présent la stabilité des voies, soit pour parer aux développe- « ments ultérieurs de l'exploitation, à augmenter le poids du rail sur les lignes « parcourues par des trains d'une vitesse de plus de 80 kilomètres et à porter ce « poids aux environs d'un minimum de 40 kilogrammes. »

Mr. von Leber. — Je ne crois pas que nous puissions accepter dans son intégralité la proposition de Mr. Fouan.

On ne peut pas, en effet, dire que 40 kilogrammes soient un minimum, puisqu'il est constaté que dans beaucoup de pays, notamment en Autriche, on emploie le rail de 35 kilogrammes, avec des vitesses de 90 kilomètres à l'heure.

*

Mr. Brière nous a dit tout à l'heure que dans certaines Administrations le service de la traction et le service de la voie vivent en bonne harmonie et entretiennent des relations suivies dont profite le service. Malheureusement, il n'en est pas partout de même.

Je me joins à l'honorable Mr. Brière pour exprimer l'avis que cette bonne entente ne devrait jamais cesser d'exister entre ces deux branches importantes du service.

Mr. Brière voudrait que l'on tînt compte, dans la délibération, des courbes à petits rayons. Cela ne me paraît pas nécessaire. Il est entendu implicitement que les limites que nous fixons s'appliquent à une voie se trouvant dans une situation normale. Lorsqu'une voie présente des courbes très accentuées, il est certain que l'on ne peut y faire circuler des trains à grande vitesse.

Mr. Brière. — C'est une erreur, et la preuve, c'est que trois trains express de la Compagnie d'Orléans circulent chaque jour et dans chaque sens à une vitesse atteignant 80 kilomètres sur une ligne offrant des courbes d'un rayon de 300 mètres.

Des voix. — La clôture!

Mr. le Président. — Je crois, messieurs, qu'il entre dans vos intentions de clore cette discussion.

Mr. Fouan. — Afin de donner satisfaction à Mr. von Leber, j'ai supprimé de la proposition que je viens de faire parvenir à Mr. le Président les mots « d'un minimum ». De cette manière, nous ne fixons ni minimum ni maximum et nous ne condamnons ni le rail d'un poids inférieur à 40 kilogrammes, ni le rail d'un poids supérieur à 45 kilogrammes (le rail « Goliath » belge et le rail de 47 kilogrammes du Paris-Lyon-Méditerranée).

Mr. le Président. — La proposition de Mr. Fouan est conçue en ces termes :

« La section constate que sous réserve de la disposition des autres éléments de la « voie et de la constitution du matériel roulant, il y a une tendance générale, soit « pour améliorer, dès à présent, la stabilité des voies, soit pour parer au dévelop- « pement ultérieur de l'exploitation, à augmenter le poids des rails sur les lignes « parcourues par des trains d'une vitesse de plus de 80 kilomètres et à porter ce « poids aux environs de 40 kilogrammes. »

— Cette proposition est mise aux voix et adoptée.

— La séance est levée à 4 $^1/_2$ heures.

Séance du 2 juillet 1895, à 10 heures.

Mr. le Président. — Je vous propose, messieurs, de reprendre successivement les différentes conclusions proposées par Mr. Ast. (*Adhésion.*)

« 1° Une couche de ballast bien perméable d'une épaisseur minimum de « 40 centimètres (15 $^3/_4$ pouces) sur un sous-sol parfaitement assaini. »

ischere, ch. de f. de l'État belge. — Est-il entendu par là que la couche ›us la traverse, doit avoir 40 centimètres? (*Interruptions.*) Il est impor- ıoi, d'être précis à cet égard.

eber, Ministère du commerce, Autriche. — 40 centimètres, c'est la ›re.

sschere. — Les Anglais admettent 61 centimètres (2 pieds) comme e de la superstructure, et cette hauteur correspond à une épaisseur de ballast égale à environ 40 centimètres.

›ber. — Par 40 centimètres, nous entendons toute la hauteur.

, ch. de f. de Paris-Orléans. — Je crois pouvoir affirmer que sur les lses la hauteur du ballast, sous la traverse, ne dépasse jamais 25 centi- pouces).

ischere. — Il n'en est pas de même en Angleterre.

. — Nous ne pouvons pas laisser subsister dans cette conclusion le mot ». Si l'on admettait, en principe, que la couche de ballast doit être au e 40 centimètres (15 $^3/_4$ pouces), tous les chemins de fer français igés de modifier leurs voies.

us simple, me semble-t-il, de parler de la hauteur sous la traverse.

›, on a l'habitude de mettre du ballast au-dessus des traverses; ce ne lès lors, 40 mais 50 centimètres (15 $^3/_4$ à 19 $^5/_8$ pouces) qu'il faudrait dire. auteur intéressante, c'est celle en dessous de la traverse.

ntenant à fixer un chiffre, ce qui, selon moi, n'est pas prudent. Toute- ›ction y tient absolument, j'insiste pour que l'on dise : « 20 à 25 centi- à 9 $^7/_8$ pouces) au minimum » au lieu de « 40 centimètres ».

› donc de rédiger le paragraphe dans ce sens :

ıche de ballast, bien perméable, d'une épaisseur sous la traverse de 20 mètres au minimum, sur un sol parfaitement assaini. »

apporteur. — Je me rallie à cette proposition.

Bell, Gouvernement des Indes anglaises. — Plusieurs d'entre nous e la hauteur du rail, celle du coussinet sous le rail et celle de la s le coussinet, sont des facteurs de l'élasticité qui s'ajoute à celle que pose à la rigidité du sous-sol.

on compte seulement comme constante la profondeur du ballast depuis ›s traverses, on permet une variation dans l'élasticité de la route et l'on ›urs éléments essentiels de l'élasticité requise. Nous sommes donc 'audrait prendre comme constante l'épaisseur du ballast depuis le plan u rail jusqu'au plan inférieur du ballast. Dans le cas du rail Vignoles, ns certainement quelque chose en omettant le coussinet et il faut e différence suivant que l'on emploie des traverses plus ou moins fortes.

Mr. Brière. — C'est inadmissible; ou bien il faut fixer deux chiffres suivant que l'on emploie le rail Vignoles ou le rail à double champignon.

Mr. Demoulin. — C'est précisément parce qu'avec le rail Vignoles la couche de ballast est plus épaisse, que Mr. Bell fait sa proposition.

Mr. Brière. — J'insiste pour que l'on ne considère que la hauteur du ballast sous la traverse.

Mr. Petsche, ch. de f. de l'Est français. — Les voies françaises n'ont que 20 centimètres de ballast sous la traverse et elles sont excellentes.

Mr. W. Hohenegger, ch. de f. Nord-Ouest autrichien et jonction Sud-Nord allemande. — Il ne faut pas perdre de vue que la hauteur du ballast doit être différente si les traverses sont en fer.

Mr. le Président. — Il a été entendu que la section ne s'occuperait pas des traverses en fer. Les rapporteurs n'ont parlé que des traverses en bois.

Voici comment est libellée la proposition de Mr. Bell :

« Il vaut mieux mesurer l'épaisseur du ballast à partir du dessus du rail. Si l'on « n'agit pas de la sorte, le rail Vignoles ayant des traverses légères serait supporté « par une couche de ballast moins élastique que le rail à double champignon avec « coussinets.

« Il faut remédier à ce manque d'élasticité par une couche plus épaisse de ballast. »

Mr. W. Hohenegger. — Je ne suis pas partisan de la proposition de Mr. Bell. Compter la hauteur du ballast à partir de la base du rail offre des inconvénients, en ce sens que certaines Administrations en Autriche utilisent des constructions dont le patin de rail a une hauteur de 4 centimètres au-dessus de la traverse.

La meilleure solution consiste à fixer la hauteur du ballast en dessous de la traverse.

Mr. d'Abramson, ch. de f. de l'État russe. — Je suis également d'avis que la proposition de Mr. Bell n'est pas susceptible d'être accueillie.

La conséquence de son adoption serait d'embrouiller la discussion.

— La proposition de Mr. Bell est mise aux voix et rejetée.

— La proposition de Mr. Brière, à laquelle le rapporteur s'est rallié, est mise aux voix et adoptée.

Mr. le Président. — Le 2° des conclusions de Mr. Ast est ainsi conçu :

« Des traverses en bois ou en fer de 2^{m}70 (8 pieds 10 pouces) de longueur et de « 26 centimètres (10 $^{1}/_{4}$ pouces) de largeur à l'assise. Le profil de la traverse devra « permettre une bonne fixation des rails. Il serait très désirable que des traverses « d'un type uniforme fussent adoptées conformément à ce qui se passe en Angleterre. »

r. **W. Hohenegger.** — J'estime qu'il ne faut pas exagérer la longueur des tra-
es. Presque toutes les Administrations du continent se servent de traverses
t 2^m40 à 2^m50 de longueur.
rapporteur voudrait aller jusqu'à 2^m70. Je ne puis me rallier à cette proposition
suis d'avis qu'il faut s'en tenir à la longueur de 2^m50.

r. **Petsche**, ch. de f. de l'Est français.—J'estime également que la longueur de 2^m70
xagérée. D'autre part, je considère que la largeur de 24 à 25 centimètres permet
blir une voie excellente. Je propose le chiffre de 24 centimètres.

r. **von Leber.** — Il a été décidé que l'on ne s'occuperait pas des traverses en fer.
lors, il faut faire disparaître du texte les mots : « ou en fer ».

r. **d'Abramson.** — Je m'oppose énergiquement à ce que l'on fixe à 2^m70 la lon-
ır des traverses. Les traverses que nous utilisons en Russie n'ont que 2^m50,
le bois dont elles sont faites a 114 millimètres (4 $^1/_2$ pouces) de plus que celui
on fait usage dans l'Europe occidentale.

r. **le Président.** — Deux propositions sont en présence : la première consiste à
la longueur à 2^m70; la seconde, à fixer cette longueur à 2^m50.

r. **d'Abramson.** — Je demande que l'on ne fixe pas le chiffre.

r. **Brière.** — Je désirerais savoir ce que l'on entend par les mots : *type uniforme*
averses.

r. **le Président.** — Le rapporteur entend par là que l'on admette, comme les
lais, un profil fixe.

r. **Ast**, *rapporteur.* — Je tiens à vous faire remarquer que nous avons été chargés
ıdier une voie modèle qui satisfasse à toutes les exigences. Cette étude nous a
nés à vous proposer de fixer : 1° l'épaisseur du ballast de 20 à 25 centimètres
la traverse au minimum; 2° la longueur de la traverse à 2^m70; 3° sa largeur
centimètres.
dois maintenir ces propositions et j'insiste pour que la section veuille bien les
pter.

. **von Leber.** — Il s'agit donc d'une voie idéale ?

. **Ast.** — Il est absolument nécessaire pour établir cette voie d'employer des
rses autres que celles actuellement en usage.

. **Petsche.** — Je vois, pour ma part, un danger à accepter *ne varietur* les propo-
ıs de Mr. Ast.
s'agit, en réalité, de déterminer ce que doit être une voie idéale différente, par
limensions de ses éléments, de la voie qui existe actuellement et qui, depuis
temps, a fait ses preuves.
pourrait y avoir du danger à dire : « telle est la voie de l'avenir », parce qu'une
de autorité s'attache aux résolutions du Congrès.

Nous autres, ingénieurs français, nous sommes très dépendants de notre gouvernement et vous concevez, dès lors, qu'il ne nous est pas possible d'accepter une délibération disant : « Pour établir une bonne voie permettant la circulation des trains rapides, il importe d'employer des traverses de $2^{m}70$ reposant sur une couche de ballast de 40 centimètres. »

Nous ne pouvons pas l'accepter parce qu'une longue expérience nous montre que des voies établies sur une couche de ballast de 20 centimètres, sur des traverses d'une longueur de $2^{m}50$ à $2^{m}65$ et d'une largeur de 22 à 25 centimètres résistent parfaitement à une circulation de trains très chargés marchant à la vitesse de 120 kilomètres à l'heure.

Ce serait également une erreur que d'imposer un type uniforme de traverses équarries comme on le fait en Angleterre, où les traverses sont généralement en sapin.

En France et dans la plupart des pays de l'Europe occidentale, on emploie des traverses en chêne et en hêtre, qui ne se prêtent pas, sans dépenses excessives, à un équarrissage régulier.

Émettre un vote dans le sens indiqué, serait contraire à l'esprit pratique qui doit guider toutes nos résolutions.

Mr. le Président. — Je crois aller au-devant des désirs de la section en mettant successivement aux voix les différentes parties de la deuxième conclusion de Mr. Ast. (*Assentiment.*)

Mr. Ast propose de fixer la longueur des traverses à $2^{m}70$ au minimum.

Une autre proposition consiste à fixer cette longueur à $2^{m}50$.

C'est cette dernière proposition qui doit avoir la priorité.

— Le chiffre de $2^{m}50$ est mis aux voix et adopté.

Mr. Ast propose ensuite de fixer la largeur des traverses à 26 centimètres.

Mr. Petsche propose de fixer cette largeur à 24 centimètres.

— La proposition de Mr. Petsche est mise aux voix et adoptée.

Mr. le Président. — Mr. Ast propose enfin de dire : « Il serait très désirable que « des traverses d'un type uniforme fussent adoptées ainsi que cela se passe en « Angleterre. »

Mr. Petsche. — Ainsi que je viens de le dire, la possibilité d'adopter un type uniforme est subordonnée à la nature du bois employé pour traverses.

— Le paragraphe est mis aux voix et rejeté.

Mr. le Président. — Le 3° des conclusions de Mr. Ast est ainsi conçu :

« Des rails fabriqués d'acier uniformément dur et résistant d'une longueur de « 9 à 12 mètres (29 $^{1}/_{2}$ à 39 $^{1}/_{3}$ pieds) et d'une section dont le moment de résistance « soit égal à 200 au moins. Ces rails ainsi caractérisés atteindront un poids de « 40 kilogrammes par mètre courant ou plus. »

Mr. Debray. — La section a décidé hier que le poids de 40 kilogrammes ne devait pas être considéré comme un minimum. Cette question a été discutée et il n'y a plus lieu, me semble-t-il, de revenir sur la décision qui a été prise.

Mr. le Président. — Cette partie de la conclusion disparaît, puisque la section s'est déjà prononcée sur la question du poids.

Mr. von Leber. — Le terme : *moment de résistance* employé dans le libellé qui vient de nous être lu, n'est pas exact. Il s'agit du *coefficient de ce moment de résistance;* c'est ce que le Congrès a appelé à Paris : *le module d'inertie* (quotient du moment d'inertie par la distance de la fibre la plus fatiguée à l'axe neutre).

Je constate également que dans le rapport anglais on emploie à tort l'expression : *moment of inertia* pour désigner ce coefficient.

La question en discussion est compliquée. Il faut tenir compte des charges et des écartements d'essieux. Si vous parlez du module d'inertie, c'est-à-dire du moment d'inertie divisé par la demi-hauteur du rail, la question est simplifiée, car vous ne considérez que la résistance du rail.

Mr. Belelubsky, ch. de f. de l'État russe. — Je suis également d'avis que l'expression « moment de résistance » n'est pas exacte.

Il serait préférable de dire « module d'inertie » et de mettre à la suite, entre parenthèses : « moment de résistance ».

Je crois, en outre, qu'il conviendrait de fixer le moment de résistance à 200, qui est la base des calculs de l'honorable Mr. Ast.

Mr. von Leber. — Du moment où vous parlez de charges d'essieu, il faut indiquer la forme de la section; tandis que si vous vous bornez à donner un module d'inertie, tout se réduit à une question de géométrie.

Mr. le Président. — La proposition est que les rails seront fabriqués d'un acier dur, résistant, avec un moment de résistance de 200 au minimum.

Mr. W. Hohenegger. — L'expression « moment d'inertie » signifie que le profil du rail est déjà connu. Cela implique ainsi un profil large.

Quand il s'agit de faire supporter une charge d'essieu donnée, il faut nécessairement adopter un profil relativement mince et rapprocher les traverses.

Mr. Belelubsky. — Le tableau inséré à la page 149 du rapport de Mr. Ast indique le moment de résistance correspondant à la charge des roues.

M. le rapporteur donne dans ce tableau le résultat des calculs faits d'après les charges des roues et l'espacement des traverses.

Du moment où nous fixons l'espacement des traverses, du même coup nous donnons le moment d'inertie.

Mr. le Président. — Je dois vous faire remarquer que la question de l'espacement des traverses fait l'objet du 4° des conclusions de l'honorable Mr. Ast.

Mr. Sabouret, ch. de f. Paris-Orléans. — Mr. Hunt a fait remarquer que les com-

pagnies anglaises n'ont pas l'habitude de déterminer par le calcul la section du rail; elles la déterminent par l'expérience.

Le fait d'introduire dans les conclusions des considérations au sujet du moment d'inertie constitue une critique du système anglais qui a donné de bons résultats.

Ne serait-il pas plus simple de supprimer cette espèce de restriction qui peut gêner certaines compagnies?

Mr. J. R. Bell, Gouvernement des Indes anglaises. (En anglais.) — Le moment de résistance en question se rapporte-t-il aux vieux rails ou aux nouveaux rails?

Mr. le Président. — Aux nouveaux rails.

Mr. Brière. — Je propose de supprimer toute espèce d'indication en ce qui concerne le moment d'inertie.

Mr. Sabouret. — Que doit-on entendre par l'expression « acier uniformément dur et résistant »?

Mr. le Président. — On entend par là un matériel homogène.

Mr. Sabouret. — On peut le comprendre autrement.

Mr. Brière. — Je propose de dire « matériel dur et homogène ».

Mr. Sabouret. — C'est contraire à la pratique anglaise.

Mr. le Président. — Les Anglais se prononceront.

Mr. Petsche. — Nous pourrions dire « des rails homogènes et d'une dureté convenable ». (*Hilarité générale.*)

Mr. le Président. — La proposition est que les rails seront en acier.

Mr. Brière. — Une compagnie peut avoir intérêt à user ses rails plutôt que ses bandages. Nous ne pouvons demander aux ingénieurs du matériel de faire leurs bandages en acier doux pour ne pas détériorer nos rails.

Nos collègues anglais présents à cette séance semblent se désintéresser de la question et, en effet, elle ne peut être résolue que par la pratique et pour chaque compagnie.

Mr. J. R. Bell. (En anglais.) — Je propose que la section ne se prononce pas sur le degré de dureté et d'élasticité du métal des rails, mais qu'elle se borne à indiquer qu'il doit être homogène. (*Assentiment.*)

Mr. Werchoysky, Ministère des voies de communication, Russie. — Une décision dans ce sens ne serait pas conforme à celle prise dans les sessions précédentes.

Il faudrait, tout au moins, ajouter les mots : « non cassant ». (*Interruptions, bruit.*)

Mr. le Président. — La section se prononce-t-elle en faveur de la proposition de Mr. Bell?

Voix nombreuses. — Oui, oui!

Mr. le Président. — Il reste à trancher le point de savoir s'il faut indiquer un chiffre pour le moment de résistance.

Mr. Bell. (En anglais.) — Mon intention était moins d'éviter de parler de la dureté, que de dire qu'il n'est pas opportun pour le moment de donner une opinion formelle sur ce point.

Il y a quelque différence à cela ou à omettre la question de la dureté comme si vous ne l'aviez pas discutée. Je ne me prononcerai formellement ni sur la dureté ni sur l'élasticité.

Mr. Wasiutynski, ch. de f. Varsovie-Vienne. — Je désire attirer votre attention sur ce fait que dans les précédentes sessions on a préconisé le rail en acier dur. Aujourd'hui, on semble d'avis que le rail en acier doux est tout aussi bon.

Il serait nécessaire, me semble-t-il, de se prononcer catégoriquement et de définir ce que l'on entend par acier dur et ce que l'on entend par acier doux.

Les partisans de l'acier doux paraissent être du même avis que les partisans de l'acier dur. (*Hilarité.*)

Mr. le Président. — Je ne le crois pas.

Mr. Bruneel, ch. de f. de l'État belge. — Nous venons d'élaguer successivement des conclusions qui nous ont été proposées sous le 3° par Mr. le rapporteur Ast les diverses formules sur lesquelles l'accord n'a pu s'établir. De cette conclusion, il ne reste plus qu'un tronçon : « le métal des rails doit être homogène », tellement évident que l'unanimité de l'assemblée y était ralliée d'avance. Il ne pouvait être maintenu que s'il avait été complété par un texte qui le développât en le précisant.

Telle qu'elle est, cette partie de conclusion doit disparaître aussi. Si nous la maintenions, je craindrais fort qu'elle fût accueillie dans le public, comment dirais-je... sans grands égards pour nous, et c'est ce qui m'engage à vous proposer de supprimer complètement ce 3° des conclusions qui nous sont soumises.

Je ne saurais non plus me rallier à la proposition qui vient d'être faite de façon incidente, d'introduire dans le texte de nos conclusions un avis au sujet de la dureté du métal pour la fabrication des rails.

Cette question, très complexe, n'est pas à notre ordre du jour et le règlement du Congrès interdit toute discussion sur des objets qui ne figurent pas de façon explicite au programme de la session.

Cette question de la dureté du métal pour rails est d'ailleurs des plus importantes et des plus controversées. Nombre d'opinions ont été formulées à ce sujet, nous mêmes en avons changé peut-être. Si elle figurait à notre programme, elle ferait l'objet d'un exposé qui pourrait être très vaste et donnerait lieu à de longues et intéressantes discussions.

Il ne me paraît pas opportun de soulever celles-ci aujourd'hui, d'autant plus, je le répète, que le règlement du Congrès s'y oppose de façon formelle.

Mr. Werchovsky. — Il importe que nos décisions ne soient pas vagues; il faut

qu'elles s'inspirent des considérations qui ont été émises précédemment. La question de la dureté du rail a été discutée dans une précédente session ; des conclusions ont été votées. Elle est donc connue de tout le monde et rien n'empêche, dès lors, que nous nous y arrêtions. Je considère que cette question est d'une très grande importance ; c'est un élément dont il faut tenir compte pour arriver à la constitution de la voie modèle définie par le rapporteur ; dès lors, il faut préciser, comme on a précisé pour les autres conditions.

Si nous restons dans le vague, je le répète, nos décisions n'auront aucune valeur.

Mr. Brière. — Si l'on croit utile de reprendre cette discussion, je n'y vois pas d'inconvénient; mais je vous avoue que je n'en vois pas l'utilité.

Mr. le Président. — Ce serait en quelque sorte rentrer dans la discussion générale. Or, celle-ci a été close. (*Marques d'assentiment.*) Je mets aux voix la question de savoir s'il faut fixer un chiffre pour le moment de résistance.

— La question mise aux voix est résolue négativement.

Mr. Bruneel. — J'ai proposé de supprimer les mots : « Le métal des rails doit être homogène. »

Mr. le Président. — La section s'est prononcée à cet égard, puisqu'elle a adopté la proposition de Mr. Bell.

Le 4° des conclusions de Mr. Ast est libellé en ce sens :

« Dans la voie avec joint suspendu, les traverses du contre-joint ne doivent pas « être distantes de plus de 50 centimètres, et dans la voie courante, la distance des « traverses ne doit pas dépasser 80 centimètres.

« Le nombre de traverses qui en résulte permettra non seulement de disposer du « nombre nécessaire de moyens de fixation, mais il tiendra compte aussi, dans les « limites admissibles, de la charge du rail, de la pression du ballast.

« Dans les sections avec courbes à petits rayons ou à forte rampe où les charges « d'essieu doivent atteindre 8 à 9 tonnes, on suivra l'exemple de l'Amérique en « augmentant encore le nombre de traverses. »

Mr. Brière. — Nous ne pouvons nous rallier à cette conclusion. Plus de la moitié des voies du continent ont des traverses avec 80 centimètres d'écartement. Il faudrait donc opérer la réfection de toutes ces voies? Cela n'est pas admissible.

J'ajoute que si vous adoptez le chiffre de 50 centimètres proposé également par l'honorable rapporteur, vous allez condamner toutes les voies à coussinets.

Plus de la moitié du réseau de l'Europe, je le répète encore, ne réunit pas les conditions qui viennent d'être indiquées.

La question de savoir si le renforcement de la voie doit être obtenu en multipliant les traverses, est très controversée. Beaucoup d'ingénieurs voient avec regret obtenir ce renforcement à l'aide d'un élément aussi périssable que le bois et qui occasionne, par ce fait, de très grandes dépenses de renouvellement. Tandis

qu'autrefois, c'était le rail qui constituait l'élément capital de la dépense d'entretien, aujourd'hui, c'est la traverse. Il faut donc en user le moins possible. Je suis d'avis qu'il faut espacer les traverses de manière à ne pas aggraver dans l'avenir les frais d'entretien et de renouvellement. Ce n'est pas de ce côté, croyez-moi, qu'il faut chercher à renforcer la voie. (*Très bien.*)

Mr. Petsche, ch. de fer de l'Est français. — Pour ma part, je déclare que j'accepterais sans réserve la conclusion de Mr. Ast si le premier paragraphe ne comportait pas des chiffres qui peuvent occasionner des embarras à certaines Compagnies. Il est donc désirable de faire disparaître ces chiffres. J'ajouterai que notre Compagnie ne redoute nullement l'augmentation du nombre des traverses; elle en peut assurer l'entretien d'une façon très économique. Grâce aux procédés de conservation qu'elle emploie, les traverses en chêne et en hêtre ont une durée de vingt-cinq à trente ans.

Mr. T. Voorhees, American Railway Association. (En anglais.) — Il me paraît qu'il serait peut-être intéressant de dire un mot de notre ligne de New-York à Philadelphie. Les trains y marchent constamment à une vitesse de 55 milles (89 kilomètres) à l'heure, soit près d'un mille (1,600 mètres) par minute, dans une grande partie de la région. Nous employons un rail de 90 livres par yard (44 $^1/_2$ kilogrammes par mètre); la traverse a 8 pieds 7 pouces (2^m626) de longueur, 9 pouces (23 centimètres) de largeur et 7 pouces (18 centimètres) de hauteur. Les machines ont des charges de 11 tonnes sur chaque roue motrice, et nous avons jugé nécessaire de placer 16 traverses par rail de 30 pieds (9^m14), soit un maximum de 2 pieds (61 centimètres) d'axe en axe, pour assurer la stabilité de la voie. L'épaisseur du ballast est au moins de 18 pouces et, en certains endroits, de 24 pouces (c'est-à-dire de 45 à 61 centimètres) au-dessous de la traverse.

Mr. Werchovsky. — Je tiens à faire remarquer que l'espacement des traverses dépend de beaucoup d'éléments, mais surtout du rail et de la charge des roues.

Cette question ne peut être considérée isolément. Il faudrait donc indiquer dans quelles circonstances l'espacement indiqué par l'honorable rapporteur doit être observé.

Mr. le Président. — Cette question a été discutée hier.

Mr. Sabouret, ch. de fer de Paris-Orléans. — Je propose de faire disparaître du libellé les chiffres de 50 et de 80 centimètres, car ces chiffres ne peuvent être appliqués que pour la voie Vignoles. On ne saurait observer les distances stipulées dans une voie à coussinets. Il serait beaucoup plus simple de dire : « Un des moyens « ordinairement employés pour renforcer la voie pour trains rapides, consiste dans « le rapprochement des traverses et notamment des traverses des joints. »

Mr. Batchmanoff, ch. de fer de l'État russe. — Messieurs, je désire vous soumettre quelques courtes observations au sujet du renforcement de la voie au moyen des traverses.

En Russie, nous en usons volontiers parce que le bois est très bon marché,

tandis que le rail coûte fort cher. Nous préférons donc augmenter le nombre des traverses plutôt que de renouveler le rail.

En France, la situation est tout autre : le bois est cher et le rail bon marché. Dans ce pays comme dans beaucoup d'autres encore, on préfère évidemment réaliser le renforcement de la voie au moyen du rail.

Pour ces motifs, je suis également d'avis de ne pas stipuler la distance qui doit exister entre les traverses.

M. Tourtsevitz, ch. de f. de l'État russe. — Au chemin de fer de l'État russe (ligne Nicolas), nous avons calculé que, en ce qui concerne la rigidité de la voie, c'est-à-dire la résistance au déplacement vertical des rails sur ses points d'appui, l'augmentation du nombre de traverses jusque 1,594 par kilomètre (au lieu de 1,289) avec le rail de 32 $^1/_2$ kilogrammes correspondait à l'augmentation du poids du rail jusqu'à 46.67 kilogrammes, sans augmenter le nombre des traverses. Le moyen employé est économique et il permet de renforcer la voie en très peu de temps.

Mr. le Président. — Mr. Sabouret vient de me faire parvenir sa proposition. Voici comment elle est libellée :

« Le rapprochement des traverses, notamment aux joints, est un des moyens ordinairement employés pour le renforcement de la voie. »

Mr. von Leber. — C'est une vérité qui ne peut pas être discutée. Je ne pense pas qu'il soit bien nécessaire d'émettre un vote à cet égard.

Mr. Werchovsky, Ministère des voies de communication, Russie. J'estime que l'élément le plus facile à déterminer de la voie est le nombre des traverses. On ne peut les rapprocher au delà de certaines limites pour des raisons très évidentes, et je pense que le Congrès devrait fixer une distance minimum.

Mr. Ast, *rapporteur*. — Tout le monde paraît d'accord pour proclamer que le rapprochement des traverses est un des moyens employés pour renforcer la voie. Seulement, on s'oppose à ce que l'on fixe les limites dans lesquelles doit se faire l'espacement.

On invoque cet argument que la plupart des voies de l'Europe devraient être modifiées, attendu que leurs traverses sont espacées de plus de 80 centimètres. D'autres s'opposent à la fixation d'un chiffre parce qu'ils considèrent l'augmentation des traverses dans les limites fixées comme très onéreuse.

Je vous avoue, qu'en formulant ma conclusion, je ne me suis pas placé à ces points de vue et je ne devais pas m'y placer. Suivant moi, 80 centimètres d'espacement est un maximum pour former une bonne voie. Les Anglais ont été obligés de diminuer cet espacement à raison de l'intensité du trafic et des nécessités de l'exploitation. Il ne faut pas perdre de vue que la traverse n'a pas pour mission principale de renforcer le rail; elle a pour mission de répartir la charge sur le ballast, d'augmenter la fixation et de diminuer la charge des roues.

J'insiste donc sur ma proposition, qui tend à fixer pour l'espacement des traverses une limite de 80 centimètres d'axe en axe.

Mr. Werchovsky. — La pratique démontre que l'on ne peut pas trop rapprocher les traverses. Il importe donc d'être très prudent dans la fixation des limites d'espacement.

Si j'ai bien compris l'honorable rapporteur, il considère que les traverses aux joints doivent être distantes de 50 centimètres au maximum.

Mr. Ast. — Oui.

Mr. Werchovsky. — Est-ce 50 centimètres d'espace libre?

Mr. Ast. — Non, c'est d'axe en axe.

Mr. Werchovsky. — S'il en est ainsi, cette limite peut être discutée.

Mr. Toucey, New York Central and Hudson River RR. (En anglais.) — La question me paraît se résoudre en une question de pratique. Doit-on adopter un rail rigide qui portera les charges sans fléchir, doit-on augmenter assez sa rigidité pour éviter la flexion, ou bien doit-on continuer comme par le passé? Il y a évidemment des lignes dont le trafic n'exige pas des rails aussi lourds et aussi rigides que les nôtres, mais pour d'autres, à mesure que le trafic augmente, le rail doit être plus rigide et le caractère de solidité de la voie plus grand. Sur ma ligne où, comme je vous l'ai dit hier, la vitesse est grande, on a augmenté le poids du rail jusqu'à 100 livres (49 $^1/_2$ kilogrammes) et le moment d'inertie du rail de 28 à 48. Il en est résulté une diminution de flexion des rails et une augmentation de la durée des traverses de 15 à 20 p. c., parce qu'elles ne sont plus martelées par cette flexion répétée. On a pu ainsi arriver à maintenir la vitesse des trains d'une façon continue.

Je pense cependant que l'on ne devrait pas émettre un vote à ce sujet, attendu que la rigidité du rail ne s'impose pas tant que le trafic n'est pas considérable. Un vote dans un sens favorable pourrait imposer des conditions onéreuses pour des lignes pauvres.

Si ma Compagnie avait été dans une meilleure situation financière à l'origine, il y a quelque quarante ans, nous aurions pu placer un rail de 100 livres avec des traverses espacées de 22 pouces (56 centimètres) d'axe en axe, et si nous avions pu obtenir le trafic que nous possédons aujourd'hui, nous aurions été heureux de payer à nos actionnaires anglais et allemands de bien plus forts dividendes que ceux que nous distribuons aujourd'hui.

Mr. le Président. — Je mets aux voix la question de savoir s'il faut fixer un chiffre d'espacement.

— Cette question est résolue négativement.

Mr. le Président. — Je mets aux voix la proposition de Mr. Sabouret, qui me paraît le mieux répondre aux désidérata de l'assemblée.

— Cette proposition est mise aux voix et adoptée.

— La séance est levée à midi et demi.

Séance du 2 juillet 1895, à 1 ½ heure.

Mr. le Président. — La cinquième conclusion de Mr. Ast est conçue en ces termes :

« 5° Dans la fixation des rails sur les traverses, il faut considérer les deux systèmes « absolument différents de la voie à double champignon et de la voie Vignoles.

« Avec l'augmentation de la vitesse des trains, l'attaque aux moyens de fixation « augmente dans une forte proportion. Il faudra donc attacher une attention toute « spéciale à ces moyens de fixation sur les voies à grands express.

« On ne saurait méconnaître que, sous ce rapport, le meilleur système consiste à « fixer le rail dans un coussinet robuste Il est logique de développer la fixation du « rail Vignoles dans un sens qui la rapprocherait de la fixation par coussinet, soit « par l'emploi de plaques de serrage, soit par l'augmentation du nombre de tire- « fonds. »

Mr. Sabouret, ch. de f. Paris-Orléans. — Cette rédaction n'est-elle pas un peu longue?

Mr. Dufaux, ch. de f. de l'Est français. — Faut-il conclure de cette rédaction que le rail Vignoles doit avoir des coussinets?

La Compagnie de l'Est français n'emploie ni coussinets, ni plaques. Elle obtient des voies Vignoles très solides par le rapprochement des traverses de contre-joints jusque 42 centimètres (16 ½ pouces) d'axe en axe et par l'augmentation du nombre de ses tirefonds à large tête.

Mr. le Président. — Il me semble qu'il ne peut y avoir de doute, puisque le rapporteur propose de dire qu'il est logique de développer la fixation du rail Vignoles dans un sens qui le rapprocherait de la fixation par coussinets, soit en employant des plaques de serrage, soit en augmentant le nombre de tirefonds.

— Cette conclusion est mise aux voix et adoptée.

Mr. le Président. — La sixième conclusion de Mr. Ast est conçue comme suit :

« 6° On n'est pas encore arrivé à une construction de joints qui réponde aux « exigences sous tous les rapports. L'expérience a toutefois démontré qu'avec « l'augmentation de la rigidité de la voie et avec l'amélioration des moyens de fixa- « tion, on combat en même temps les effets destructifs qui se produisent aux joints. »

— Cette conclusion est mise aux voix et adoptée.

Mr. le Président. — Il vous reste maintenant, messieurs, à vous prononcer sur les conclusions de Mr. Hunt, rapporteur pour les pays de langue anglaise.

Voici comment ces conclusions sont conçues :

« 1° Le type de voie presque universellement adopté par les compagnies de « chemins de fer du Royaume-Uni se compose de rails d'acier à double cham-

« pignon, logés dans des coussinets fixés sur des traverses au moyen de tirefonds « ou de chevilles ou de systèmes analogues;

« 2° En ce qui regarde le renforcement de la voie en vue de l'augmentation de la « vitesse des trains, aucune compagnie anglaise, pour le moment, ne considère un « plus grand renforcement de ses voies que celui qui est actuellement réalisé. »

— Ces conclusions sont mises aux voix et adoptées.

Mr. le Président. — Mr. Belelubsky vient de faire parvenir au bureau une proposition libellée en ces termes :

« La question de la dureté des rails en vue de nouvelles recherches dans tous les « pays et des résultats pratiques obtenus depuis la session de Milan du Congrès, « pourrait être utilement portée à l'ordre du jour de la prochaine session. »

Mr. Sabouret. — La question est implicitement comprise dans les renseignements techniques fournis conformément au formulaire A de l'annexe à l'ordre du jour de la session.

Mr. le Président. — Ce que Mr. Belelubsky demande, c'est que la question fasse l'objet d'un rapport à soumettre à la discussion.

Mr. Belelubsky, ch. de f. de l'État russe. — Les renseignements techniques recueillis par la commission permanente russe, présidée par Mr. Werchowsky, sur la qualité de l'acier des rails, ainsi que la pratique des chemins de fer russes démontrent qu'il faut nécessairement renforcer la dureté du métal. Les travaux faits en France et dans les autres pays par des hommes compétents, fournissent beaucoup d'éléments pour la discussion de cette question importante. Je prie donc la section de vouloir bien demander qu'elle soit portée à l'ordre du jour de la prochaine session du Congrès.

— La proposition de Mr. Belelubsky est mise aux voix et adoptée.

DISCUSSION EN SÉANCE PLÉNIÈR[redacted]

Séance du 4 juillet 1895 (après midi).

PRÉSIDENCE DE LORD STALBRIDGE

Mr. le Président. — La parole est à Mr. DEBRAY, secrétaire principal de la 1re section, pour donner lecture du texte français du rapport de section.

Mr. Leslie Robinson, secrétaire-rapporteur, donnera ensuite lecture de la traduction anglaise.

Mr. Debray. —

Mr. Leslie Robinson. —

Rapport de section.

« Cette question a fait l'objet de deux rapports, présentés, l'un, pour les pays de langue anglaise, par Mr. W. Hunt, le second, pour les pays de langue non anglaise, par Mr. Ast.

« Il convient de signaler immédiatement que, sur le continent européen, on considère que des trains marchant à 80 kilomètres (80 milles) à l'heure sont des trains de grande vitesse et qu'on ne dépasse guère pour le moment la vitesse de 120 kilomètres (75 milles) à l'heure.

« En Angleterre, en Amérique, on parle de trains circulant à la vitesse de 160 kilomètres à l'heure (100 milles) et même un peu plus, ce qui ferait 33 p. c. de plus que le maximum actuellement usité sur le continent européen.

« Mr. W. Hunt a donné, dans son rapport, la description des voies anglaises, irlandaises, américaines, indiennes, africaines, australiennes, usitées pour des vitesses supérieures à 40 milles (64 kilomètres) à l'heure. En Amérique, la voie est du type Vignoles; en Angleterre, elle est du type à double champignon dissymétrique.

« This question was the subject of [redacted]wo reports, one presented by Mr. Hunt, for English speaking countries; and the othe[redacted] by Mr. Ast, for non-English speaking countr[redacted]es.

« It should be stated, to begin with, t[redacted] on the continent trains with a running sp[redacted] of 50 miles (80 kilometres) an hour are con[redacted]dered express trains, and that for the presen[redacted] the maximum speed seldom exceeds 75 mile[redacted] (120 kilometres) an hour.

« In England and in America, maximum speeds of 100 miles (160 kilometres) per hour are heard of, and even slightly greater speeds that is, 33 p. c. higher than those actually attained on the Continent.

« Mr. Hunt gave in his report a description of the English, Irish, American, Indian, African and Australian roads where inclusive speeds above 40 miles (64 kilometres) per hour are met with. In America the Vignoles type of rail is used, and in England the bull-headed section.

les déclarations de Mr. W. Hunt,
génieurs des pays cités ci-dessus,
on et le Congrès tout entier ont
par expérience que les voies an-
tent fort bien à la circulation de
.

ion a donc pu voter à l'unanimité
s présentées par Mr. W Hunt,
de fait, d'ailleurs.
Ir. W. Hunt, si l'on voulait obte-
e supérieure à 160 kilomètres à
nilles), les ingénieurs de la voie
out ce qu'ils pouvaient, ce serait
s de la traction de chercher à
problème d'augmenter la puis-
comotives sans augmenter les
la voie.
pays de langue non anglaise, spé-
le continent européen, où l'on
vitesses inférieures à celles de
t de l'Amérique, les ingénieurs
nt sans doute pas encore donné
ls pourraient donner le cas
quelques-uns pensent que les
la traction du continent euro-
pis demandé trop à la voie, qu'il
r à la fois à la traction comme à
augmenter la vitesse des trains
itions convenables de sécurité et
en considérant l'ensemble de la
atériel roulant.
tion a exprimé l'avis que les deux
a voie et de la traction doivent
cher à s'entendre en vue de don-
ences du public, notamment au
de l'augmentation de la vitesse
outes les satisfactions possibles.
ppuiera certainement ce vœu de
n, fait dans un esprit de bonne

oir décrit les systèmes de renfor-
voie employés dans les pays de
anglaise pour arriver à aug-
esse des trains, après avoir con-
on avait réalisé sur les diverses

« It follows from the statements made by Mr. Hunt and the different engineers of the above named countries, that the English permanent way is eminently suitable for express traffic, and this the 1st Section and the whole Congress have been able to see for themselves.

« The 1st Section was therefore able to approve unanimously, as expressing the actual facts, the conclusions arrived at by Mr. Hunt.

« According to Mr. Hunt, if a higher speed than 100 miles (160 kilometres) per hour is required, the permanent way engineers having done all they can, the locomotive superintendents must turn their attention to increasing the power of the locomotives without increasing the strains on the permanent way.

« In non-English speaking countries and especially on the Continent of Europe, where the speeds are inferior to those existing in England and America, the permanent way engineers have, no doubt, not yet done all they might, but some of them think that continental locomotive superintendents ask too much of the permanent way; that the locomotive and permanent way departments must be regarded as one whole and required to accept joint responsibility for the increase of the speed of trains under conditions ensuring both safety and economy.

« The 1st Section is of opinion that the locomotive and permanent way departments ought always to co-operate to meet the requirements of the public, especially with a view to increasing the speed of trains. The Congress will certainly endorse the opinion of the 1st Section, which was put forward in a conciliatory spirit.

« After having described the systems employed in non-English speaking countries for strengthening the permanent way to enable the speed of trains to be increased and after stating that, on various express lines, the

*

lignes à trains rapides les conditions nécessaires pour assurer, dans les limites de vitesse ci-dessus indiquées, la circulation de trains rapides bien composés, bien conduits, Mr. W. Ast avait établi un programme complet d'un modèle de voie à adopter pour les lignes parcourues par des trains à grande vitesse.

« Le rapporteur avait eu soin d'ailleurs de faire observer que la voie modèle définie par lui était déjà réalisée sur plusieurs lignes, notamment en Angleterre; comme Mr. W. Hunt, Mr. W. Ast estimait que, sauf en certains cas spéciaux, on ne pourrait aller plus loin, que la résistance de cette voie modèle se rapproche de la limite qu'on peut pratiquement réaliser, et il invitait également les ingénieurs de la traction à chercher à augmenter la capacité des locomotives sans augmenter les attaques sur la voie.

« Le programme présenté par Mr W. Ast n'a pas été entièrement adopté par la 1re section; la majorité des membres qui ont pris part à la discussion a été d'avis qu'il n'était pas possible de faire abstraction complète de ce qui existe aujourd'hui sur le continent et de fixer un type idéal unique, non immédiatement applicable. »

necessary conditions for running well-ordered express trains within the limits of speed above noted, had been complied with, Mr. Ast laid down a complete programme of an ideal type of permanent way for lines over which express trains travel.

« The reporter observed that the ideal permanent may, as defined by him, had already been realised by many lines, and especially in England. Like Mr. Hunt, Mr. Ast thought that, except in some particular instances it was impossible to go further, that the best existing type of permanent way is as strong as it can possibly be in practice, and he invited the locomotive superintendents to try and increase the power of their locomotives without increasing the strains on the permanent way.

« The programme presented by Mr. Ast was not adopted in its entirety by the section. The majority of the members who took part in the discussion were of opinion that it was not possible to leave entirely out of the question what actually existed on the Continent, and to lay down a single ideal type not capable of immediate adoption.

CONCLUSIONS

« *Pour l'Angleterre :*

« 1° Le type de voie presque universellement adopté par les compagnies de chemins « de fer du Royaume-Uni se compose de « rails d'acier à double champignon dissymétrique, logés dans des coussinets fixés sur « des traverses au moyen de tirefonds ou de « chevilles ou de systèmes analogues;

« 2° En ce qui regarde le renforcement « de la voie en vue de l'augmentation de la « vitesse des trains, aucune compagnie anglaise, pour le moment, ne considère « comme nécessaire un plus grand renforcement de ses voies que celui qui est actuellement réalisé.

« *For England :*

« 1st The type of permanent way almost « universally adopted by the English railway « Companies is that of a bull-headed rail laid « in chairs, which are fixed to the sleepers « by spikes, or screws, or some analogous « fastening;

« 2nd That as far as the further strengthening of the permanent way is concerned, « in view of the increased speed of trains, the « English Companies do not consider for the « present that any further strengthening is « necessary beyond that already in vogue.

« *Pour les pays de langue non anglaise :*

« 1° On a approuvé à l'unanimité cette « conclusion de Mr. Ast que la plate-forme « des voies parcourues par des trains de « grande vitesse devait être parfaitement « établie, absolument assainie ;

« 2° On a également reconnu à l'unanimité « qu'il fallait employer sur de telles lignes « du ballast bien perméable. Après discus- « sion, on a réduit de 40 à 20 centimètres, « comptés au-dessous de la traverse, l'épais- « seur minimum du ballast (on a pensé que « pour le moment il suffisait de considérer « des voies sur traverses en bois);

« 3° On a estimé que les traverses en bois « à employer sur des voies parcourues par « des trains de grande vitesse devaient avoir « une longueur minimum de 2m50 et une « largeur minimum d'assise de 24 centi- « mètres, se tenant ainsi un peu au-dessous « des chiffres proposés par le rapporteur et « qui étaient de 2m70 et 26 centimètres; de « plus, le profil de la traverse doit permettre « une bonne fixation des rails.

« Mr. W. Ast avait exprimé l'avis qu'il « serait très désirable que l'on adoptât des « traverses d'un type uniforme, des traverses « équarries comme on le fait en Angle- « terre.

« La majorité des membres de l'assemblée « a pensé qu'avec les bois employés sur le « continent européen, cette disposition n'était « pas admissible, qu'elle serait beaucoup trop « onéreuse;

4° En ce qui concerne les rails, on a « constaté que, sous réserve de la disposition « des autres éléments de la voie et de la « constitution du matériel roulant, il y a une « tendance générale, soit pour améliorer dès « à présent la stabilité des voies, soit pour « parer au développement ultérieur de « l'exploitation, à augmenter le poids des « rails sur les lignes parcourues par des « trains d'une vitesse de plus de 80 kilo-

« *For non English speaking countries :*

« 1st Mr. Ast's conclusion, that the per- « manent way over which express trains pass « should be well consolidated and perfectly « drained, was unanimously agreed to;

« 2nd It was unanimously agreed that on « first-class lines good permeable ballast « must be used. After discussion, the mini- « mum depth of ballast was reduced from « 15 3/4 to 7 7/8 inches (40 to 20 centimetres), « counting from the bottom side of the slee- « per. (It was not thought necessary, for « the present, to deal with other than wooden « sleepers);

« 3rd It was decided that for express lines « the minimum length of sleeper should be « 8 feet 2 inches (2m50), minimum width of « bearing on the ballast, 9 1/2 inches (24 cen- « timetres) that is, slightly under the figures « proposed by the reporter, which were 8 feet « 10 inches (2m70) and 10 1/4 inches (26 centi- « metres) respectively; and further, that the « section of the sleeper must permit of a good « fastening of the rails;

« Mr. Ast expressed the opinion that it « would be desirable to adopt a uniform type « of squared sleeper as in England.

« The majority of the meeting thought « that, considering the wood used on the Con- « tinent, this restriction was inadmissible as « being too burdensome;

« 4th As far as the rails are concerned, it « was agreed that, taking into consideration « the other elements of the permanent way « and the rolling stock, there is a general « tendency (whether with a view to increas- « ing the rigidity of the track or for coping « with a future increase in the traffic), to « increase the weight of rails over which « express trains run at a speed of over « 50 miles (80 kilometres) per hour and to

« mètres et à porter ce poids aux environs de « 40 kilogrammes [[ou plus]] (¹).

« Quelques membres auraient désiré qu'on « précisât davantage, considérant, en concor- « dance avec le rapporteur, qu'on peut se « contenter d'un rail de 35 kilogrammes par « mètre courant si la vitesse ne dépasse pas « 90 kilomètres par heure et si le poids d'un « essieu ne dépasse pas 14 tonnes.

« D'autre part, on aurait constaté ce fait « que, dans ces conditions, on pourrait « marcher sans danger même avec des rails « de 30 kilogrammes par mètre courant en « avouant en même temps qu'une telle voie « ne serait pas économique au point de vue « de l'entretien.

« La 1re section a pensé qu'elle ne pouvait « traiter incidemment une question aussi « importante que celle de la composition de « l'acier à employer pour la confection des « rails, acier doux ou acier dur, cette ques- « tion intéressant d'ailleurs également les « services de la traction, car il s'agit, en fin « de compte, de savoir s'il vaut mieux user « les rails que les bandages ou inversement.

« Sur la proposition de Messrs. Wer- « chowsky (Gouvernement russe) et Bele- « lubsky (ch. de f. de l'État russe), on a « exprimé le vœu suivant :

« *La question de la dureté des rails en vue « de nouvelles recherches dans tous les pays « et des résultats pratiques obtenus depuis la « session de Milan pourrait être utilement « portée à l'ordre du jour de la sixième ses- « sion ;*

« 5° La question de l'écartement des tra- « verses et spécialement des traverses de « joints a fait l'objet d'une assez longue « discussion. Ne voulant pas prendre parti « entre la voie à double coussinet et la voie

(¹) Les mots entre doubles crochets ont été ajoutés à la suite de la discussion en séance plénière (voir plus loin).

« raise this weight to, in round figures, 80l « per yard (40 kilograms per metre) [[« upwards]] (¹).

« Some members considered that the weig « of rails should be more strictly defined, a « in conjunction with the reporter, thou « that the weight of rail need not be m « than 70 lbs per yard (35 kilograms p « metre) if the speed does not exceed 56 mi « (90 kilometres) per hour, and if the weig « on the axle does not exceed 14 tons.

« Further, the fact was noted that tra « could be carried on under these conditi « without danger even on rails weighi « only 60 lbs per yard (30 kilograms p « metre), but that the maintenance of suc « line would be expensive.

« The 1st Section was of opinion that th « could not incidentally discuss a question « such importance as the composition of t « steel employed in the manufacture of rai « whether soft or hard, as this questi « equally affects the locomotive departme « for after all the question is whether it « preferable to allow the wear to take pl « on the tires or on the rails.

« On the motion of Messrs. Werchow « (Russian Government) and Belelubsky (R « sian State Railways) the following r « lution was passed :—

« *The question of the hardness of r « in view of the recent researches that l « taken place in all countries, and the e « rience obtained since the session at Mi « might with advantage be put down for « cussion at the sixth Congress ;*

« 5th The question of the spacing of « sleepers, and especially those at the « joints, gave rise to a long discussion. « wishing to decide between the do « headed and Vignoles section which s

(¹) The words in double brackets were added general meeting (see below).

« Vignoles qui, au point de vue de l'écarte-
« ment à donner aux traverses, spécialement
« aux traverses de joints, présentent des
« conditions différentes, on a adopté la for-
« mule générale suivante :

« Le rapprochement des traverses et
« notamment des traverses de joints est un
« des moyens ordinairement employés pour le
« renforcement de la voie.

« Divers membres ont fait observer d'ail-
« leurs que, suivant les ressources locales,
« il pouvait être plus économique de cher-
« cher à renforcer la voie par l'augmentation
« du poids du rail que par le rapprochement
« des traverses ; il n'y a donc rien d'absolu ;

« 6° A été votée la proposition suivante
« présentée par le rapporteur :

« Dans la fixation des rails sur les traverses,
« il faut considérer les deux systèmes abso-
« lument différents de la voie à double cham-
« pignon et de la voie Vignoles.

« Avec l'augmentation de la vitesse des
« trains, l'attaque au moyen de fixation
« augmente dans une forte proportion ; il faut
« donc attacher une attention spéciale à ces
« moyens de fixation sur les voies de grands
« express.

« Le meilleur mode d'attache est la fixation
« des rails dans un coussinet robuste.

« Il est logique de développer la fixation
« des rails Vignoles dans un sens qui la rap-
« procherait de la fixation par coussinet, soit
« par l'emploi de plaques de serrage, soit par
« l'augmentation du nombre des tirefonds ;

« 7° A été également adoptée, la conclu-
« sion suivante de Mr. W. Ast :

« On n'est pas encore arrivé à une construc-
« tion du joint qui réponde aux exigences sous
« tous les rapports.

« L'expérience a toutefois démontré qu'avec
« l'augmentation de la rigidité de la voie et
« avec l'amélioration des modes de fixation,
« on combat en même temps les effets des-
« tructeurs qui se produisent aux joints. »

« in a different position in reference to the
« spacing of the sleepers, and especially those
« at the rail-joints the meeting adopted the
« following general resolution :—

« The close spacing of sleepers, and espe-
« cially those under the rail-joints, is one of
« the ordinary means of strengthening the
« permanent way.

« Some members observed that, according
« to local conditions, it might be cheaper to
« strengthen the permanent way by increas-
« ing the weight of rail, rather than the
« number of sleepers, and therefore no defi-
« nite rule could be decided upon ;

« 6th The following resolution, proposed
« by the reporter, was adopted :—

« When considering the fixing of the rails
« to the sleepers, two distinct systems have
« to be considered, the double-headed and
« the Vignoles rail.

« As the speed of trains increases, the
« strain on the attachment of rails to the
« sleepers increases very rapidly; special
« attention must therefore be paid to the fas-
« tenings used on express main lines.

« The best means of attachment is fixing
« the rails in strong chairs.

« It would seem logical to strengthen
« the fastenings of the Vignoles rail by
« following the analogy of a chair rail and
« either using saddle plates, or increasing
« the number of screw-spikes ;

« 7th The following conclusion of Mr. Ast's
« was also adopted :—

« A perfect form of « rail-joint » has not
« yet been arrived at.

« Experience has, however, proved that,
« simultaneously with the increased rigidity
« of the permanent way, and improvements
« in the attachments of the rails to the slee-
« pers, the destructive action that takes place
« at the rail-joints is reduced. »

Mr. Petsche, ch. de f. de l'Est français. — Au 6° des conclusions proposées, on dit que pour renforcer la voie Vignoles, il faut la rapprocher du type de la voie à coussinets, soit par l'addition de platines, soit par l'augmentation du nombre des tirefonds. Cela semble impliquer que la voie à coussinets est une voie d'un type supérieur et la voie Vignoles une voie d'un type inférieur. L'expérience qui a été faite dans le monde entier de l'excellence de la voie Vignoles demanderait une légère correction à cette rédaction.

Mr. Debray. — La phrase que nous avons insérée est extraite du rapport de Mr. Ast. Il avait écrit : « Il est logique de développer la fixation des rails Vignoles dans un sens qui la rapprocherait de la fixation par coussinets, soit par l'emploi de plaques de serrage, soit par l'augmentation du nombre des tirefonds. » Je pense que le rapporteur ne verra aucune objection à la suppression de ce petit membre de phrase : « dans un sens qui la rapprocherait de la fixation par coussinets ». Donc, au lieu de dire : Il est logique, etc., nous dirions : Il convient d'assurer la fixation des rails Vignoles soit par l'emploi de plaques de serrage, soit par l'augmentation du nombre de tirefonds.

Mr. Petsche. — Il y a dans le monde 700,000 kilomètres de chemins de fer, dont 640,000 en rails Vignoles, qui seraient ainsi considérés comme d'un type inférieur! Cela est contraire à une juste appréciation des choses.

Mr. Debray. — Il y aurait une autre difficulté. La phrase à laquelle Mr. Petsche a fait allusion est précédée d'une autre, qui dit : « Le meilleur mode d'attache est la fixation des rails dans un coussinet robuste. »

Mr. Jeitteles, *président de la 1re section.* — C'est l'opinion de la section.

Mr. Petsche. — Je n'ai pas assisté à la séance de la section où cette partie de la question a été discutée.

Mr. Werchovsky, Ministère des voies de communication, Russie. — Messieurs, j'ai une observation à présenter au sujet du 4° des conclusions relatif au poids et à la qualité des rails. Quant au poids, il est dit qu'il tend à augmenter. Il est dit aussi qu'il y a des voies avec des rails légers. Dans ces conditions, tous ceux qui liront ceci ne comprendront rien. Il faut faire des rails lourds ou des rails légers. S'il y a une tendance à l'emploi des rails lourds, on peut bien se passer de mentionner les rails légers. Il y a là quelque chose qui est un peu trop vague, qui n'est pas suffisamment explicite.

La seconde observation concerne la qualité des rails.

Il est dit que la section n'a pas voulu se prononcer sur la question des rails et par conséquent n'a pas voulu déclarer s'il faut des rails plus durs ou plus mous, parce que cela dépend des goûts.

Nous sommes arrivés à la 5e session du Congrès des chemins de fer et, dans toutes les sessions antérieures, la question a été discutée.

Le Congrès, dans sa session d'aujourd'hui, ne peut ignorer les travaux ni les

discussions des sessions qui l'ont précédé. D'après mes souvenirs, il a été constaté, dans une précédente session, qu'il y a une tendance à adopter les rails durs, et cette tendance a donc reçu l'approbation du Congrès. Il y a dans les travaux de nos sessions antérieures de nombreux documents sur ce sujet. Il en résulte que, après avoir travaillé dix ans, pendant quatre sessions, on irait, lors de la cinquième session, conclure qu'on ne sait s'il faut prendre de l'acier dur ou de l'acier doux. Cela ne me paraît pas possible.

Mr. Jeitteles. — Messieurs, je dois reconnaître qu'on n'est pas arrivé à une décision plus précise quant au poids des rails. Un grand nombre des délégués présents assistaient aussi à la séance de la 1re section quand on y a discuté cette question. On a signalé alors comme un fait acquis que l'on peut marcher à grande vitesse encore avec les locomotives que l'on emploie à présent et des rails de 30 kilogrammes par mètre courant. Les mêmes ingénieurs ont affirmé qu'ils changent ce système parce qu'il est trop coûteux au point de vue de l'entretien. Cette observation a été mentionnée dans le rapport.

D'autres membres ont dit : Chez nous, nous avons des rails de 35 kilogrammes par mètre courant avec une vitesse de 90 kilomètres à l'heure et des machines d'un poids qui va jusqu'à 14 tonnes par essieu, et nous ne trouvons pas nécessaire de renforcer les rails. Ils sont bons dans tous les sens et même au point de vue de l'économie, de l'entretien de la voie. Cependant, la majorité a émis l'opinion qu'il y a une tendance à renforcer le poids des rails, et je crois que c'est exact.

On peut mentionner les deux opinions sans se mettre en contradiction. La tendance existe dans tous les pays, hormis l'Angleterre, qui n'a plus besoin d'augmenter le poids de ses rails.

Sur le continent d'Europe surtout, cela n'est pas contestable.

On a ajouté, dans la section, qu'un poids de rail allant de 40 à 45 kilogrammes sera suffisant pour les besoins du présent et de l'avenir. D'un autre côté, on trouvait que le poids de 50 kilogrammes, qui est adopté en Belgique, serait trop fort. Je ne peux mieux résumer le sentiment de la section sur cette question. (*Approbation.*)

Quant à la qualité de l'acier, on se rappelait très bien que, dans une session précédente, on avait traité cet objet et dans quel sens. Mais les membres qui assistaient cette année à la discussion n'ont pas voulu se prononcer sur ce point.

Mr. Werchovsky. — Ne pourrait-on ajouter dans le projet de conclusions que la tendance à augmenter le poids des rails paraît justifiée, afin que la conclusion ne soit pas trop vague? Il me paraît que c'est bien au Congrès qu'il appartient de désigner la voie qu'on doit suivre. Il peut exister plusieurs tendances, mais c'est au Congrès à indiquer quelle est la bonne et à marquer sa préférence pour celle qu'on doit choisir.

Mr. Bruneel, ch. de f. de l'État belge. — Je ne sais s'il entre dans les intentions de l'assemblée de continuer l'examen de ces conclusions avant que nous soyons tous en possession du texte imprimé. Je crois qu'il est très dangereux de discuter ainsi un texte à sa simple audition. (*Approbation.*)

Mr. Petsche vient d'en donner un exemple. J'en citerai un autre qui a trait à la section à laquelle j'appartiens. Si, toutefois, l'assemblée n'y voyait pas d'inconvénient, je pourrais dès maintenant présenter quelques considérations contre les conclusions de la 1re section. En procédant ainsi, je contreviens, je le sais, à une coutume presque toujours respectée au sein du Congrès. Il est de tradition qu'un membre de la section ne s'élève pas, en assemblée générale, contre les conclusions que la section a prises et cette règle n'a subi que de rares exceptions. Si je m'écarte de la tradition, c'est pour des raisons spéciales du même ordre que celles que Mr. Petsche a indiquées tout à l'heure.

Il y a eu dans le vote des conclusions concernant le poids des rails, un malentendu ou une omission. Ces conclusions nous ont été proposées par Mr. Fouan. Elles ont été improvisées fort à la hâte et écrites au crayon sur un morceau de papier. Il y était dit qu'il y avait une tendance générale à augmenter le poids des rails et à le porter « aux environs d'un minimum de 40 kilogrammes ». Je conviens, et Mr. Fouan ne m'en voudra pas si je le constate, qu'il y avait dans ces mots « aux environs d'un minimum » un manque d'harmonie qu'une rédaction faite à tête reposée eût permis d'éviter. L'harmonie s'est rétablie, mais par la suppression du mot qui, selon moi, était capital. Ce mot « minimum » qui était dans le texte primitif devait y rester. Quand a-t-il disparu?

J'aurai sans doute été distrait un instant, mais, si je m'étais aperçu de cette suppression, je m'y serais opposé. On dit aujourd'hui, d'après les conclusions proposées, que la tendance générale est de « porter le poids des rails aux environs de 40 kilogrammes ». Pour l'Angleterre, cette affirmation est absolument contraire à la réalité des faits.

Si je me rapporte au rapport de Mr. Hunt, j'y vois qu'en Angleterre on emploie couramment et dans le plus grand nombre des compagnies anglaises, des rails de 42 $^1/_2$, 44 $^1/_2$, 45 $^1/_2$ kilogrammes. Nos aimables hôtes nous ont donné l'exemple du progrès et il est presque banal de constater que nous sommes ici dans le pays par excellence des bonnes voies, des voies parcourues par des trains rapides.

Si nous affirmions dans nos conclusions que la tendance est de porter les rails au poids de 40 kilogrammes environ, nous décernerions à nos hôtes, messieurs les Anglais, un brevet négatif au point de vue du progrès, puisque ces messieurs seraient allés au delà de la vérité.

Mr. Jeitteles, *président de la 1re section*. — La conclusion se rapporte au continent européen et non à l'Angleterre. Ici, nous avons affaire à des vitesses beaucoup plus considérables et nous ne pouvons viser ce cas spécial.

Mr. le Président. — Il est plus de 5 heures. Je demanderai à Mr. Bruneel s'il ne consentirait pas à remettre son discours à demain. Il y a d'ailleurs d'autres orateurs inscrits.

Mr. Bruneel. — Je suis à la disposition de l'assemblée

— La séance est levée à 5 heures 5 minutes.

Séance du 5 juillet 1895, à 2 heures.

—

PRÉSIDENCE DE LORD STALBRIDGE

Mr. le Président. — Je donne la parole à Mr. Bruneel.

Mr. Bruneel, ch. de f. de l'État belge. — Messieurs, la communication que j'avais à faire hier a été interrompue à la fin d'une séance qui avait été très longue et qui avait quelque peu fatigué l'attention des membres. Le vide s'était fait quelque peu et il ne sera peut-être pas inutile de revenir sur les considérations que j'avais commencé à développer. Tout d'abord, je reprends le point spécial qui justifie mon intervention dans cette discussion des conclusions prises par la section à laquelle j'appartiens. J'ai dit qu'un mot que je considère comme essentiel, comme capital dans les conclusions, a été supprimé dans le texte définitif. J'ai ajouté que cette suppression avait échappé à mon attention et je m'en suis excusé par un moment de distraction.

Cette distraction doit avoir été partagée par d'autres membres de la section, car, depuis hier, plusieurs d'entre eux m'ont fait part de l'étonnement qu'ils avaient éprouvé, comme moi, en constatant la suppression de ce mot qui seul les avait engagés à se rallier aux conclusions proposées par Mr. Fouan. Depuis lors, j'ai consulté la sténographie et j'ai constaté qu'au commencement de la séance du lendemain, l'un des membres de la section avait, lui aussi, lors de la lecture du procès-verbal, marqué son étonnement de cette disparition.

L'honorable secrétaire, Mr. Debray, a fait remarquer que le mot « minimum » ne faisait plus partie des conclusions définitives de la section. De là la surprise de plusieurs membres. Si je me rapporte à la sténographie, je constate que le mot « minimum » a été supprimé par une simple omission dans la lecture sans que l'attention des membres ait été spécialement appelée sur cette suppression.

Mr. Debray, *secrétaire principal de la 1re section.* — J'ai consulté aussi la sténographie. Je ne crois pas qu'elle puisse me démentir. C'est le texte de la proposition de Mr. Fouan modifiée sur la proposition de Mr. von Leber.

Mr. Bruneel. — Le mot « minimum » a été lu à diverses reprises. Je ne crois pas me tromper en l'affirmant. Quoi qu'il en soit, je le considère comme extrêmement important. J'ai voté les conclusions dans la confiance que ce mot subsistait dans le texte, parce que, bien qu'elles ne me donnassent pas toute satisfaction, elles permettaient cependant des solutions beaucoup plus larges et, à l'État belge, nous sommes de ceux qui pratiquons des solutions beaucoup plus larges que celles qui sont indiquées par les conclusions de la section.

Quoi qu'il en soit, je me permettrai de rappeler ce que j'ai dit hier, à savoir que les conclusions qui nous sont proposées sont en opposition formelle avec la vérité, avec la réalité des faits. J'ai cité, tout d'abord, l'exemple des chemins de fer de

l'Angleterre. Dans toutes les grandes compagnies anglaises, le poids des rails s'élève à 42 $^1/_2$, 43, 44 $^1/_2$ et même à 45 $^1/_2$ au « Great Western ».

M. le président de la 1re section m'a interrompu en me faisant remarquer que les conclusions de la section ne se rapportaient pas aux lignes anglaises mais exclusivement aux lignes du continent. Si la discussion n'avait pas pris fin à ce moment, j'aurais répondu immédiatement que cette observation ne m'avait pas échappé et qu'elle est précisément un des arguments essentiels de la démonstration que je me propose de vous donner. Je me permettrai de revenir tout à l'heure sur ce point et je serai obligé aux membres de vouloir bien m'en faire souvenir si, par hasard, je l'oubliais.

On nous convie à constater que le poids des rails, sur les lignes parcourues à grande vitesse, atteint environ 40 kilogrammes. La section a eu soin de déterminer ce qu'elle entend par grandes vitesses; ce sont des vitesses qui atteignent 100 à 120 kilomètres à l'heure. Or, il n'est pas exact de dire que le poids des rails sur ces lignes approche de 40 kilogrammes. Ce ne serait vrai ni pour les lignes anglaises, ni pour les lignes du continent. Lorsque je parle des lignes du continent, il s'entend qu'il s'agit de lignes où l'on atteint réellement et couramment ces grandes vitesses, et non pas de lignes où les nécessités du trafic sont tout autres. J'ai fait le dénombrement des poids des rails des divers réseaux où les vitesses se rapprochent de celles des chemins de fer d'Angleterre. Je constate que si en France, le Midi emploie des rails de 38 kilogrammes, l'État français de 40 kilogrammes, l'Orléans, l'Ouest, le Nord et le Paris-Lyon-Méditerranée emploient des rails pesant respectivement 42 $^1/_2$, 44, 45 et 48 kilogrammes. En Belgique, l'État a adopté un rail de 52 kilogrammes. En citant ainsi les grandes compagnies françaises et l'État belge, je crois avoir cité les seuls réseaux de l'Europe continentale représentés au Congrès, où ces grandes vitesses sont couramment atteintes.

Mr. Ludvigh, Ministère du commerce de Hongrie. — Ceci n'est pas une discussion d'assemblée plénière. Je ne conteste pas l'intérêt de la communication qui nous est faite, mais jusqu'à présent, on n'a pas discuté de pareils détails. Si l'on entrait dans cette voie, on répéterait en assemblée plénière tout ce qui a été dit dans les sections.

Mr. Bruneel. — Ceci n'a pas été mis en question au sein de la section.

Mr. Ludvigh. — C'est là qu'il fallait le dire.

Mr. Bruneel. — Tout ce qui peut amener une modification heureuse des conclusions et empêcher le Congrès de dire une contre-vérité, peut et doit, je pense, être dit en assemblée générale. Cependant, puisque le vœu de l'assemblée semble être que la discussion soit écourtée, je serai bref.

Je constate donc que le poids des rails sur le continent dépasse très sensiblement le chiffre de 40 kilogrammes.

Mr. le Président. — Ces détails ayant été discutés dans la 1re section, vous seriez donc bien aimable de vous borner.

Mr. Ludvigh. — Vous pourriez déposer votre proposition.

Mr. Bruneel. — Je m'étonne des observations qui sont formulées et qu'aucun précédent ne justifie. J'ai pris part aux travaux du Congrès dès la première session et je crois pouvoir rappeler que dans les sessions antérieures nous avons eu, en assemblée générale, plusieurs discussions approfondies où le détail des questions était longuement examiné. Quoi qu'il en soit, j'insiste particulièrement sur ce fait que les conclusions qu'on nous propose sont contraires au sentiment de beaucoup de membres, contraires à la vérité des faits, et qu'il est impossible qu'elles soient votées par le Congrès. Les rails pesant plus de 40 kilogrammes sont nombreux sur les réseaux de l'Europe continentale parcourus à grande vitesse. Il serait vraiment étrange qu'un Congrès, composé de spécialistes, d'hommes qui s'inspirent beaucoup plus de la réalité, de l'observation des faits que de spéculations scientifiques, il serait étrange, dis-je, que ce Congrès vînt proclamer une chose qui peut être démentie à chaque instant par les constatations que nous pouvons faire sur différents réseaux de l'Europe. Puisque Mr. le Président m'engage à écourter mes observations, je demande que les conclusions qui ont été primitivement proposées par Mr. Fouan et qui ont été restreintes, soient au contraire élargies et qu'au lieu de dire : « l'assemblée constate que le poids des rails est porté aux environs de 40 kilogrammes », nous constations que, « sur les lignes à grande vitesse, c'est-à-dire parcourues à des vitesses supérieures à 80 kilomètres, le poids des rails dépasse, et parfois notablement, le chiffre de 40 kilogrammes ». Les exemples qui le prouvent abondent.

Le Paris-Lyon-Méditerranée a des rails de 48 kilogrammes. L'État belge a des rails de 52 kilogrammes. Nous ne pouvons laisser sous-entendre que des Administrations telles que celles de ces chemins de fer ont fait chose inutile, dispendieuse, ont commis un vrai gaspillage de leurs deniers. C'est une conclusion à laquelle, nous, délégués de l'Etat belge, nous ne pourrions nous rallier.

Je suis convaincu que nos collègues de France qui, eux aussi, ont adopté des rails d'un poids supérieur à 40 et même 45 kilogrammes, partageront entièrement ma manière de voir. Je regrette de ne pouvoir l'exposer plus en détail. J'avais beaucoup de choses à ajouter, mais je défère au désir de Mr. le Président en m'abstenant de les dire.

Mr. Jeitteles, *président de la 1re section.* — Mr. Bruneel, répétant ce qu'il nous avait dit hier, a affirmé qu'on avait omis un mot dans la conclusion dont le texte a été proposé par Mr. Fouan. Je dois constater que cette modification a été adoptée par un vote de la section et qu'un de ses membres, Mr. von Leber, si je ne me trompe, avait fait la proposition d'éliminer le mot : « au minimum ». S'il a donc disparu, ce n'est pas ma faute et la conclusion qui vous est proposée est bien telle que la section l'a rédigée. D'après mes souvenirs, la section n'entendait fixer ni un minimum du poids des rails, ni un maximum. En cela, je crois que nous serons d'accord avec Mr. Bruneel. Si, pour lui donner satisfaction, l'assemblée veut

dire : « ce poids, aux environs de 40 kilogrammes ou plus », je ne m'y oppose pas.

Mr. Bruneel. — Vous pourriez mettre : «... et dépasse parfois sensiblement 40 kilogrammes ».

Mr. Jeitteles. — Nous pourrions ajouter les mots, après 40 kilogrammes : « ou plus ».

Mr. von Leber, Ministère du commerce, Autriche. — Évitons d'indiquer que 40 kilogrammes constitue un minimum.

Mr. de Kounitsky, Ministère des voies de communication, Russie. — Il conviendrait de faire une légère modification dans le 4° du projet de conclusion. Ce projet s'exprime ainsi : « En ce qui concerne les rails, la section a constaté que, sous réserve de la disposition des autres éléments de la voie et de la constitution du matériel roulant, il y a une tendance générale..., etc. » Après les mots « de la constitution du matériel roulant », je voudrais ajouter : « et de la bonne qualité de l'acier des rails ».

C'est un point important. Il y a des usines qui produisent généralement des rails très mous. Après quelques années, les bouts des rails sont aplatis dans les joints. Cela augmente les chocs, produit un effet nuisible aux bandages et il faut renouveler les rails après quelques années de service. La bonne qualité de l'acier des rails peut remédier à cet inconvénient et c'est pourquoi je demande qu'on en fasse mention.

Mr. Ludvigh. — Il est clair que si on emploie des rails trop mous, ils ne peuvent supporter les charges qu'ils ont à subir. Nous devons raisonner dans l'hypothèse d'un bon matériel. Il me semble superflu de faire aux conclusions l'addition proposée.

Mr. de Kounitsky. — Alors, je dois présenter une objection contre les mots : « la tendance générale », puisque, en Russie, cette tendance « générale » n'existe pas encore. Dans les conditions de nos rails très mous, l'augmentation du profil des rails se ferait en pure perte.

J'ai une autre observation à faire : d'après mon opinion et d'après celle de beaucoup d'ingénieurs russes, il ne faudrait pas citer le chiffre de 40 kilogrammes dans les conclusions comme poids des rails. Il faudrait dire qu'il y a une tendance générale à augmenter le poids des rails sur les lignes parcourues par des trains d'une vitesse de plus de 80 kilomètres et s'arrêter là. En Russie, de nombreux ingénieurs estiment qu'il faudrait seulement augmenter le poids des rails en le portant aux environs de 40 kilogrammes, si même la vitesse atteignait près de 100 kilomètres. Nous pouvons marcher à 80 kilomètres à l'heure avec les traverses traditionnelles en améliorant les attaches de ces traverses et les joints des rails. C'est donc quand nous atteindrons la vitesse de près de 100 kilomètres qu'il nous faudrait des rails de 40 kilogrammes.

Dans la pratique courante, nous avons des rails de 30 et de 33 kilogrammes sur quelques réseaux seulement. Il en est ainsi aux chemins de fer de l'État.

Mr. le Président. — Je mets aux voix l'approbation du rapport et du projet de conclusions sur la première question avec la modification qui a été appuyée par M. Jeitteles.

— Adopté.

Mr. d'Abramson, ch. de f. de l'État russe. — Au nom d'un groupe très nombreux de la 1re section, j'ai une proposition à vous faire. Pour des raisons spéciales, sur lesquelles je n'ai pas à revenir, la 1re section n'a pu adhérer à toutes les propositions du rapporteur Mr. Ast. Néanmoins, il a présenté un rapport si complet qu'il peut être l'objet d'études très approfondies et très utiles de la part de chaque ingénieur.

Je propose au Congrès, au nom du groupe dont j'ai parlé, de voter de vifs remerciements à l'honorable Mr. Ast, et j'espère que l'assemblée voudra bien se rallier à ma proposition. (*Applaudissements.*)

Mr. le Président. — Je ne doute pas que tous les membres présents ne se rallient à la proposition de Mr. d'Abramson. (*Adhésion générale.*)

Fig. 1. — Représente la première forme de pli permanent dans les rails, avec abaissement aux joints et surélévation au milieu; les bouts des rails dans le sens du mouvement sont aussi usés.

Fig. 2. — Représente la deuxième forme de pli permanent des rails, avec abaissement aux joints et au milieu et surélévation aux quarts.

Fig. 3. — Représente la troisième forme de pli permanent des rails formant une série de sinuosités ou d'ondulations plus ou moins irrégulières.

Fig. 4. — Les dépressions sous les lignes pointillées représentent les inflexions du rail qui se produisent dans les meilleures voies sous les roues des locomotives et des voitures.

Les efforts subis par le métal des rails sous les roues des locomotives et des voitures sont de deux espèces, savoir : compression dans la tête et tension dans la base; tandis que dans l'intervalle des roues, le sens de ces actions est renversé, la tête étant tendue et la base comprimée; les efforts se renversent au moment du passage des roues.

Ces efforts de sens opposés tendent à soulever les rails entre les roues sur chaque traverse pour être ramenés vers le bas immédiatement après le passage de la roue.

Les joints, en règle générale, étant les points les plus faibles du rail, s'infléchissent plus facilement que les autres parties et sont sujets à prendre un pli — il faut alors beaucoup de soin pour éviter le développement de formes semblables à celles des figures 2 et 1.

L'inflexion des rails augmente avec la durée de leur service, leur raideur diminuant par l'usure du métal dans la tête et le patin.

Par ce qui précède, on comprendra facilement que les ondulations des rails dans la voie peuvent être dues à une ou à plusieurs des causes suivantes :

1° *Les sinuosités courtes dans les rails provenant du laminage;*
2° *La rugosité des rails provenant d'une usure inégale;*
3° *Les sinuosités longues dans les rails;*
4° *L'abaissement des joints;*
5° *L'inflexion des rails mal fixés, des joints usés et des traverses;*
6° *Le martelage des traverses par les rails.*

Dans les diagrammes, la ligne *Condition of track* (état de la voie), résultant de chaque inspection, représente la somme moyenne de *toutes* les ondulations diverses des rails par mille, et comme elle est constamment rapportée à la même ligne de comparaison *(Base Line)*, elle permet de comparer un mille au suivant.

L'état moyen de chaque mille est indiqué par la ligne horizontale traversée ou touchée par l'état de la voie au milieu de l'espace relatif à ce mille.

Les lignes marquées *Age of steel* (âge de l'acier) pour chaque mille donne la durée en service, chaque bande horizontale représentant une année.

Les lignes marquées *Percentage of tangent and curve* (proportion des alignements et des courbes) montrent le tracé approximatif des deux voies par mille. La proportion des parties en alignement est marquée sur le côté gauche de l'espace réservé à chaque mille et celle des parties en courbe sur le côté droit. Chaque bande horizontale représente 10 p. c. par mille.

Les lignes marquées *Profile* (profil) donnent les inclinaisons et elles sont communes aux deux voies, bien que les rampes de l'une soient des pentes sur l'autre et vice versa.

Les lignes marquées *Gauge of track* (écartement de la voie) sont comptées vers le bas à partir de la *base* ou ligne de comparaison (65e ligne) et donnent les surlargeurs de la voie, chaque bande horizontale représentant un dixième ($^1/_{10}$) de pouce; un point placé au-dessous de la moyenne générale indique que sur certaines courbes, deux ou trois longueurs de rails sont à un écartement plus grand que le reste et cela arrive généralement avec les rails les plus bas.

Les lignes marquées *Side irregularities of the rails* (irrégularités latérales des rails) au-dessus de la 65e ligne, représentent les irrégularités latérales des rails, chaque bande horizontale représentant un dixième ($^1/_{10}$) de pouce. Cette ligne se lit au point le plus haut au milieu de l'espace réservé à chaque mille.

Trois bandes sont à peu près les meilleurs résultats qui puissent être obtenus.

---

*

DIAGRAMME N° 1.

EW YORK CENTRAL AND HUDSON RIVER RAILROAD

—

VOIES ET TRAVAUX.

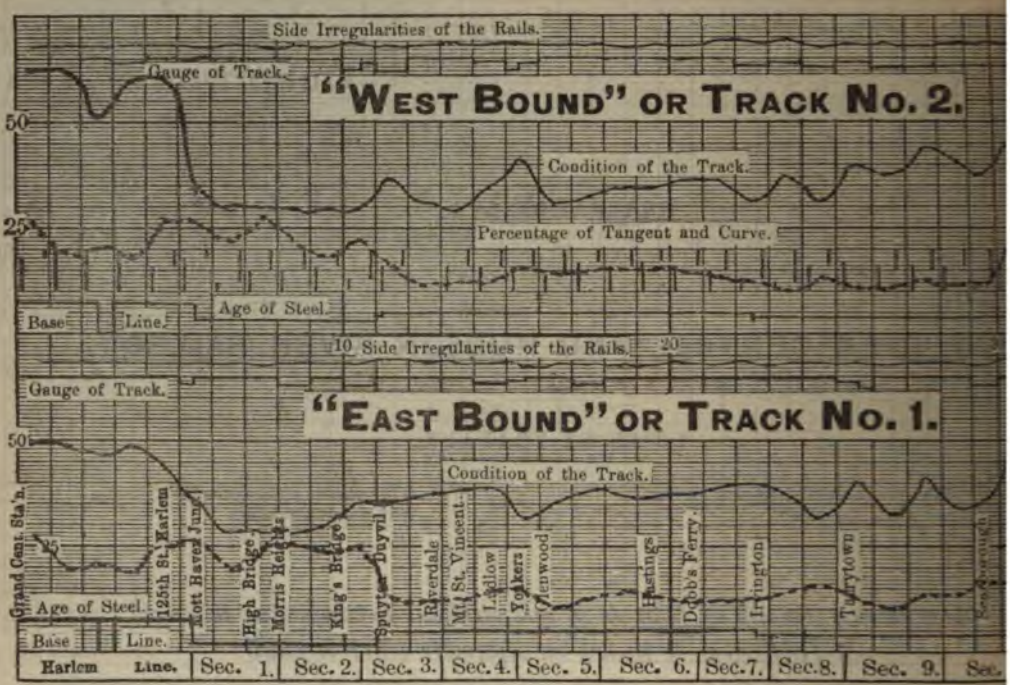
WALTER KATTE, ingénieur en chef.

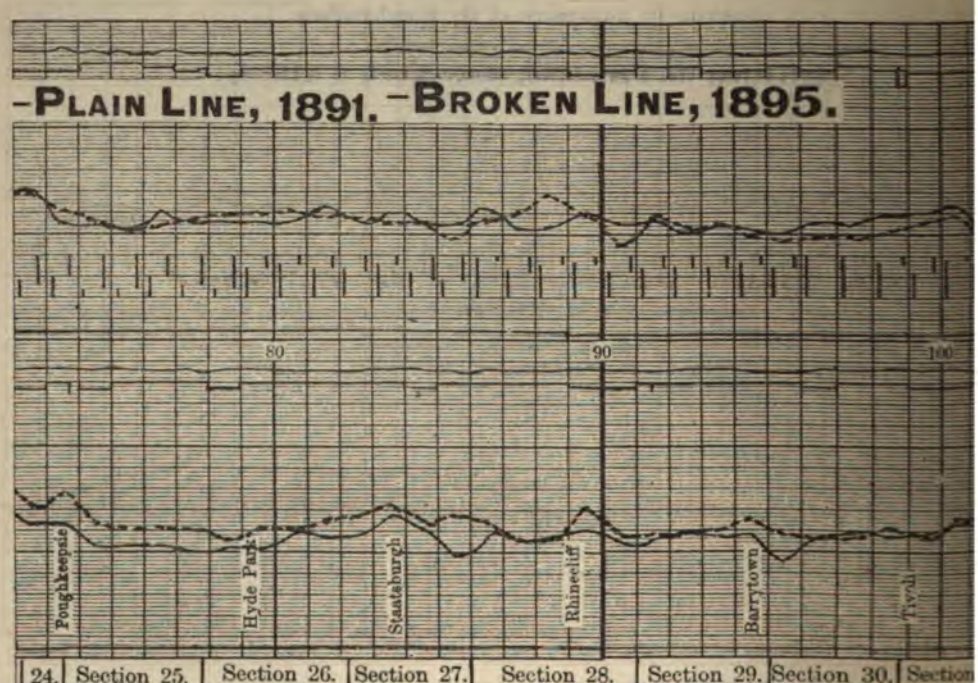
W. D. OTIS, chef de section principal
(General Roadmaster).

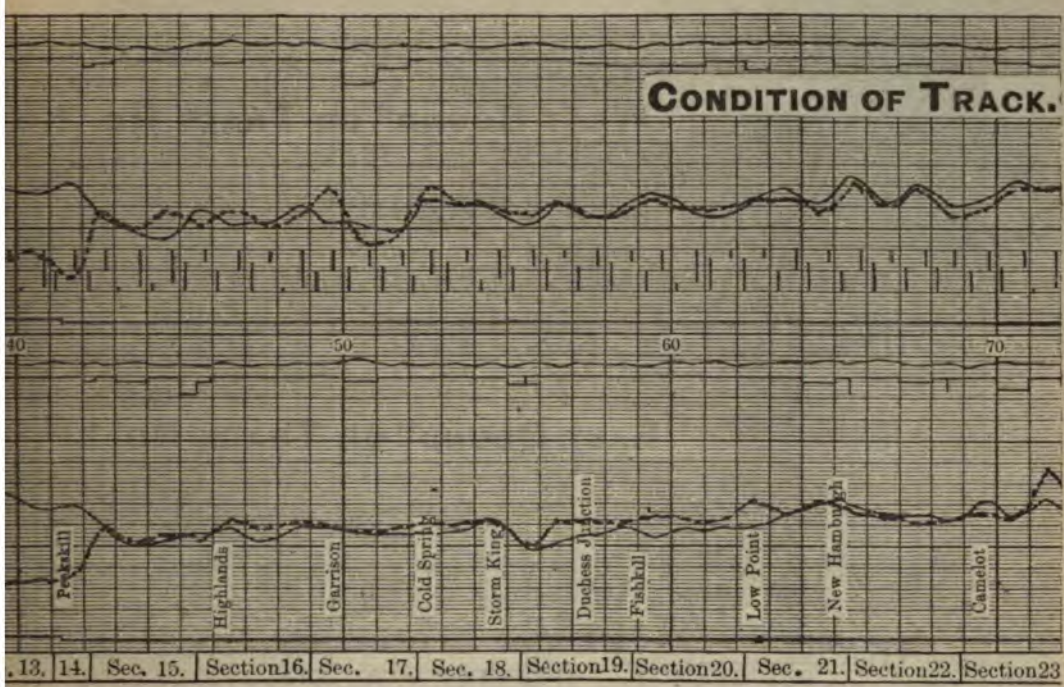
Diagrammes résumés de l'état de la voie résultant de l'inspection de la voie par l'indicateur de Dudley en septembre 1891 et 1895.

ails d'acier de 80 livres, joints chevauchés, ballast de pierre et de gravier, service de voyageurs et de marchandises.

Division de l'Hudson, New-York à Albany.


Side Irregularities of the Rails.
Gauge of Track.
"WEST BOUND" OR TRACK NO. 2.
50
Condition of the Track.
25
Percentage of Tangent and Curve.
Base
Line.
Age of Steel.
10 Side Irregularities of the Rails. 20
Gauge of Track.
"EAST BOUND" OR TRACK NO. 1.
50
Condition of the Track.
Grand Cent. Sta'n.
25
Age of Steel.
Base
Line.
125th St. Harlem
Mott Haven Jun.
High Bridge
Morris Heights
King's Bridge
Spuyten Duyvil
Riverdale
Mt. St. Vincent.
Ludlow
Yonkers
Glenwood
Hastings
Dobbs Ferry.
Irvington
Tarrytown
Sleepy Hollow
Harlem Line.
Sec. 1.
Sec. 2.
Sec. 3.
Sec. 4.
Sec. 5.
Sec. 6.
Sec. 7.
Sec. 8.
Sec. 9.
Sec.


—PLAIN LINE, 1891. —BROKEN LINE, 1895.
80
90
100
Poughkeepsie
Hyde Park
Staatsburgh
Rhinecliff
Barrytown
Tivoli
24.
Section 25.
Section 26.
Section 27.
Section 28.
Section 29.
Section 30.
Section


CONDITION OF TRACK.
40
50
60
70
Peekskill
Highlands
Garrison
Cold Spring
Storm King
Duchess Junction
Fishkill
Low Point
New Hamburgh
Camelot
13.
14.
Sec. 15.
Section16.
Sec. 17.
Sec. 18.
Section19.
Section20.
Sec. 21.
Section22.
Section23

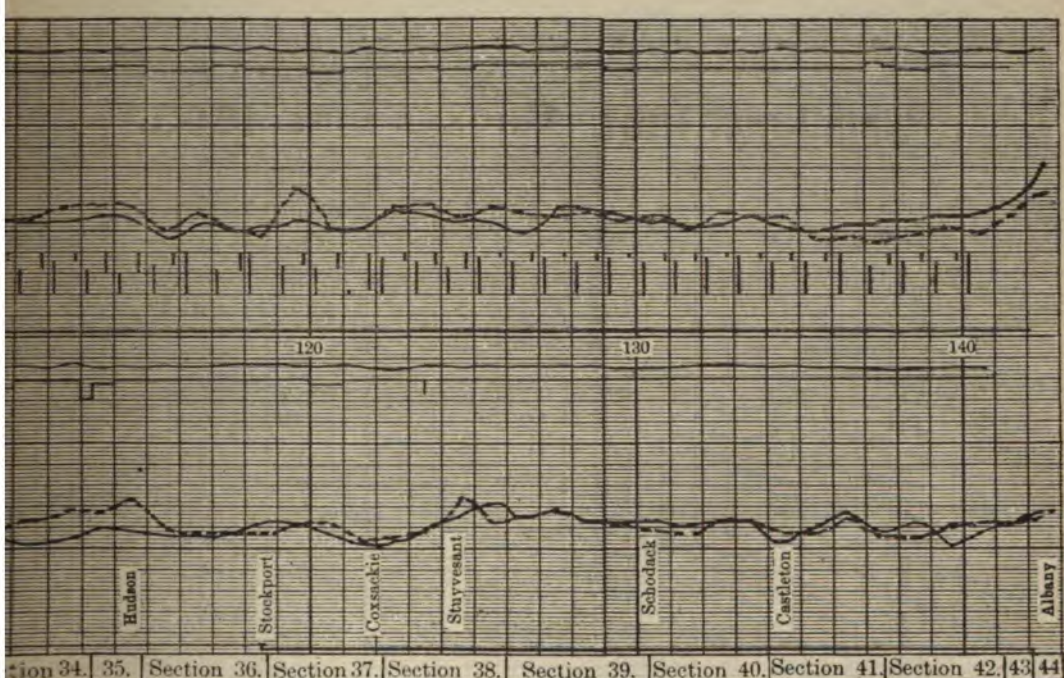

120
130
140
Hudson
Stockport
Coxsackie
Stuyvesant
Schodack
Castleton
Albany
ion 34.
35.
Section 36.
Section 37.
Section 38.
Section 39.
Section 40.
Section 41.
Section 42.
43
44

DIAGRAMME N° 2.

BOSTON AND ALBANY RAILROAD COMPANY

VOIES ET TRAVAUX.

Diagrammes résumés de l'état de la voie résultant des inspections de la voie par l'indicateur de Dudley en octobre 1894 et octobre 1895.

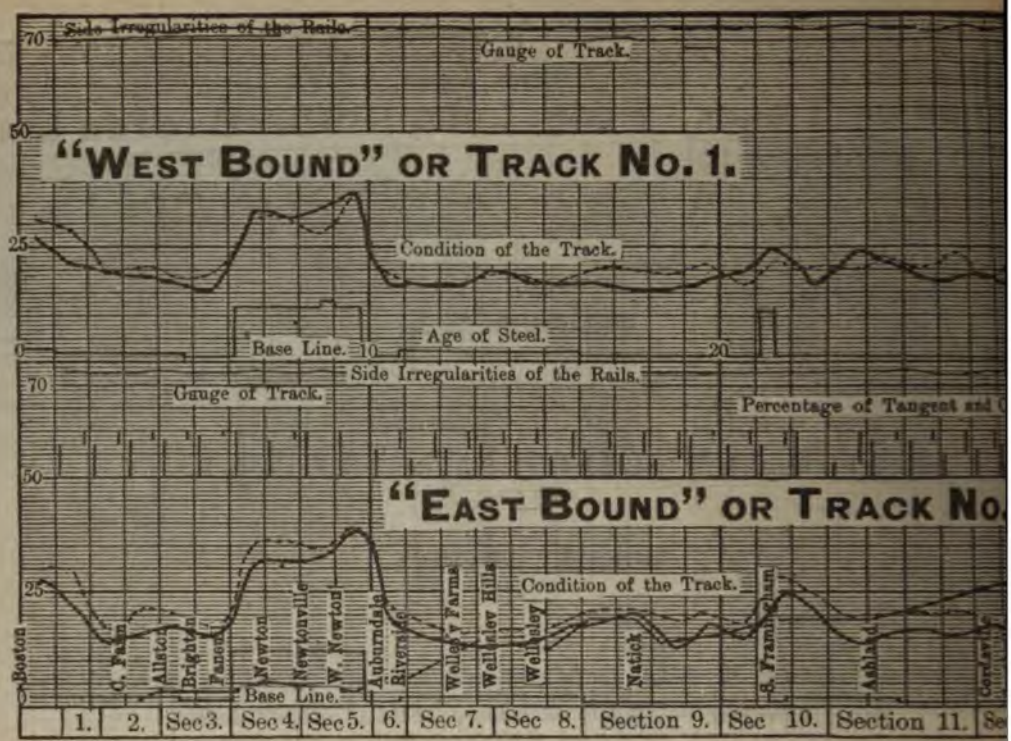
Rails d'acier, joints supportes chevauchés, ballast de gravier, service de voyageurs et de marchandises.

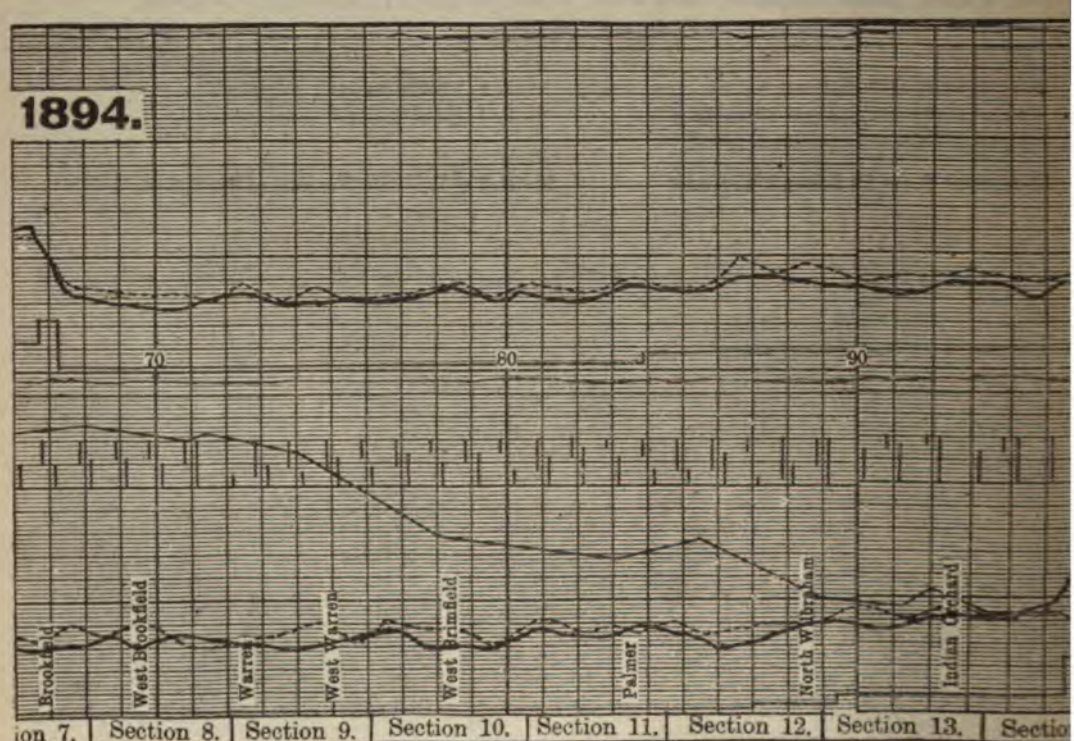
WALTER SHEPARD, ingénieur en chef.
WILLIAM PARKER, ingénieur divisionnaire.
T. J. SULLIVAN, chef de section (Roadmaster).

E. E. STONE, ingénieur en chef adjoint.
E. A. HASKELL, chef de section.

Division n° I. — De Boston à Worcester.

Division n° II. — De Worcester à Springfield.


Side Irregularities of the Rails.
Gauge of Track.
"WEST BOUND" OR TRACK No. 1.
Condition of the Track.
Base Line.
Age of Steel.
Side Irregularities of the Rails.
Gauge of Track.
Percentage of Tangent and
"EAST BOUND" OR TRACK No.
Condition of the Track.
Boston
C. Park
Allston
Brighton
Faneuil
Newton
Newtonville
W. Newton
Auburndale
Riverside
Wellesley Farms
Wellesley Hills
Wellesley
Natick
S. Framingham
Ashland
Cordaville
Base Line.
1.
2.
Sec 3.
Sec 4.
Sec 5.
6.
Sec 7.
Sec 8.
Section 9.
Sec 10.
Section 11.


1894.
Brookfield
West Brookfield
Warren
West Warren
West Brimfield
Palmer
North Wilbraham
Indian Orchard
Section 7.
Section 8.
Section 9.
Section 10.
Section 11.
Section 12.
Section 13.

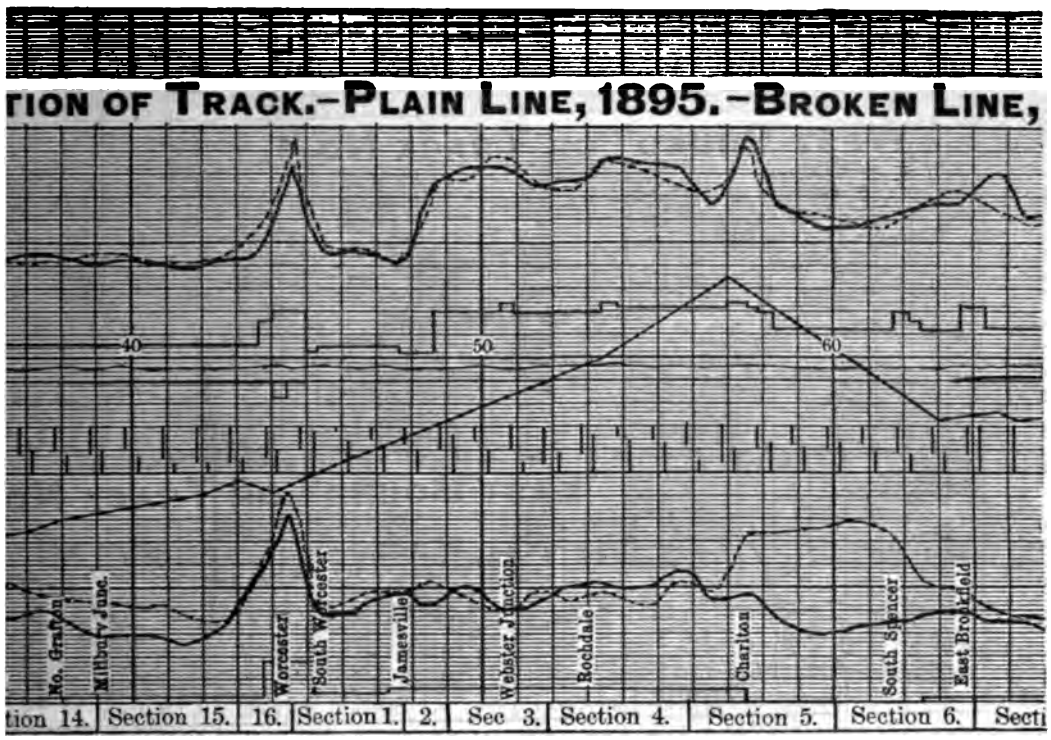

TION OF TRACK.—PLAIN LINE, 1895.—BROKEN LINE,
40
50
60
No. Grafton
Milbury Junc.
Worcester
South Worcester
Jamesville
Webster Junction
Rochdale
Charlton
South Spencer
East Brookfield
tion 14.
Section 15.
16.
Section 1.
2.
Sec 3.
Section 4.
Section 5.
Section 6.
Secti

DIAGRAMME N° 3.

BOSTON AND ALBANY RAILROAD COMPANY

VOIES ET TRAVAUX.

Diagrammes résumés de l'état de la voie résultant des inspections de la voie par l'indicateur de Dudley en octobre 1894 et octobre 1895.

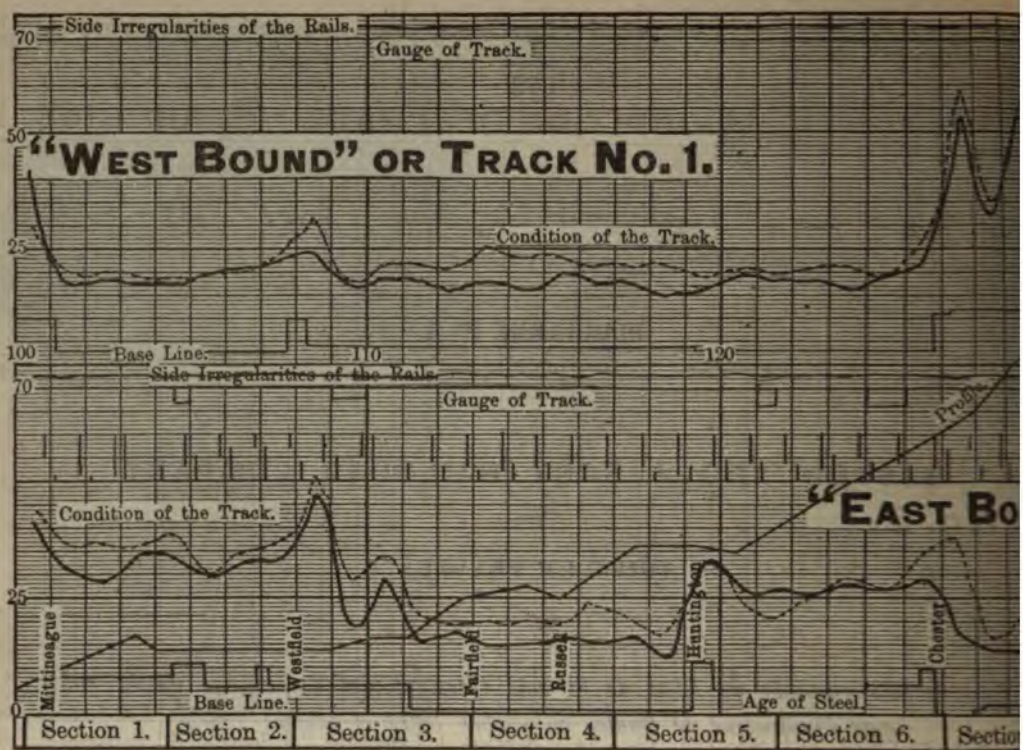
Rails d'acier, joints supportés chevauchés, ballast de gravier, service de voyageurs et de marchandises.

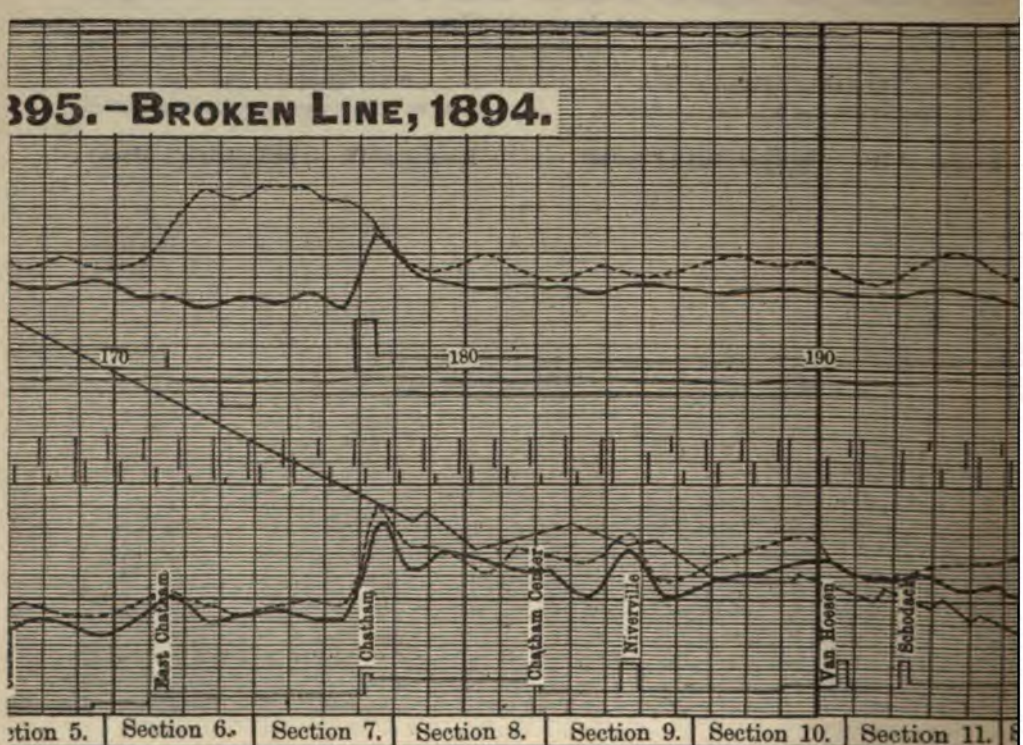
WALTER SHEPARD, ingénieur en chef.
T. J. SULLIVAN, chef de section (Roadmaster).

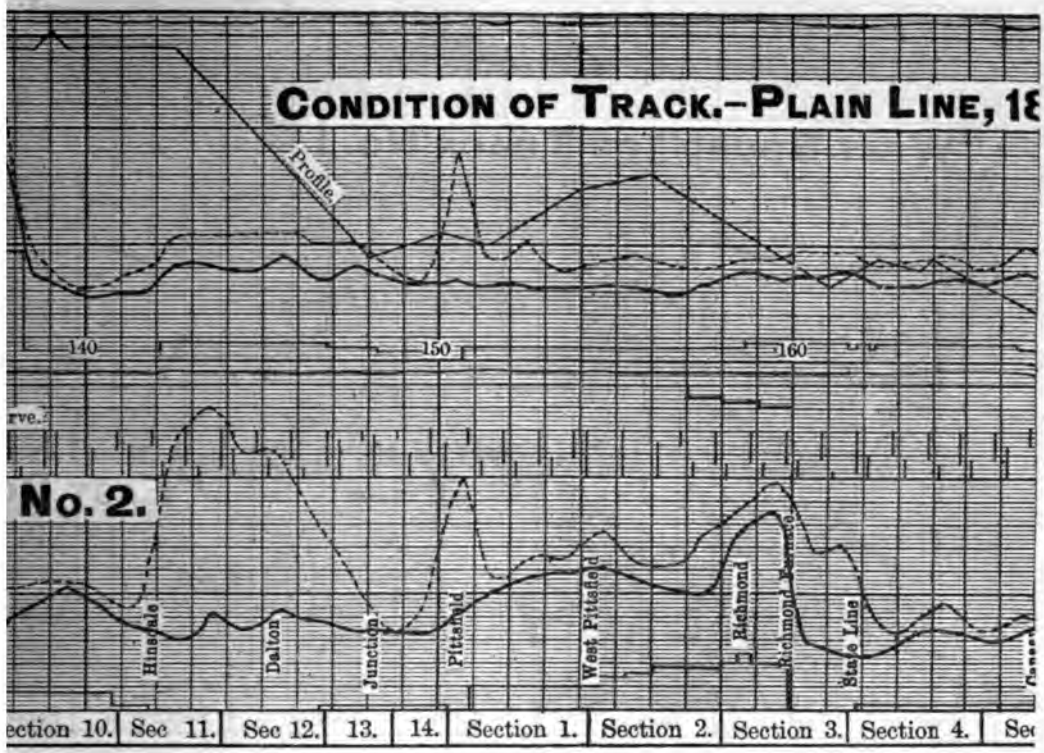
Division n° III. — De Springfield à Pittsfield.

E. E. STONE, ingénieur en chef adjoint.
R. A. McQUAID, chef de section (Roadmaster).

Division n° IV. — De Pittsfield à Albany.


Side Irregularities of the Rails.
Gauge of Track.
"WEST BOUND" OR TRACK NO. 1.
Condition of the Track.
Base Line.
110
120
Side Irregularities of the Rails.
Gauge of Track.
Profile.
Condition of the Track.
"EAST BO
Mittineague
Westfield
Fairfield
Huntington
Chester
Base Line.
Age of Steel.
Section 1.
Section 2.
Section 3.
Section 4.
Section 5.
Section 6.


395.—BROKEN LINE, 1894.
170
180
190
East Chatham
Chatham
Chatham Center
Niverville
Van Hoesen
Schodack
tion 5.
Section 6.
Section 7.
Section 8.
Section 9.
Section 10.
Section 11.


CONDITION OF TRACK.–PLAIN LINE, 18
Profile.
140
150
160
No. 2.
Hinsdale
Dalton
Junction
Pittsfield
West Pittsfield
Richmond
Richmond Furnace
State Line
ection 10.
Sec 11.
Sec 12.
13.
14.
Section 1.
Section 2.
Section 3.
Section 4.

II
1

1re SECTION. — VOIES ET TRAVAUX

QUESTION II

POINTS SPÉCIAUX DE LA VOIE

Moyens à employer pour supprimer le ralentissement des trains rapides et éviter les chocs au passage des points spéciaux de la voie (courbes de faible rayon, pentes de grande longueur, aiguilles abordées par la pointe, traversées, passages à niveau, ponts tournants, etc.).

Rapporteur : Mr. Sabouret, ingénieur des ponts et chaussées, ingénieur principal du service central de la voie au chemin de fer de Paris à Orléans.

QUESTION II

TABLE DES MATIÈRES

N. B. — Voir aussi le tiré à part (à couverture brune) n° 8.

EXPOSÉ

Par M. SABOURET

INGÉNIEUR DES PONTS ET CHAUSSÉES
INGÉNIEUR PRINCIPAL DU SERVICE CENTRAL DE LA VOIE AU CHEMIN DE FER DE PARIS A ORLÉANS

POSITION DE LA QUESTION.

Nous avions fait précéder le questionnaire détaillé soumis aux Compagnies adhérentes des observations qui suivent :

« Pour éviter des empiètements sur les questions voisines, des retours aux questions précédemment traitées, ou même des digressions sur des sujets complexes que nous rencontrerons accessoirement, nous croyons nécessaire de définir tout d'abord le cadre dans lequel nous devrons nous enfermer.

« Nous admettons que la question II vise uniquement les *grandes lignes*, qui sont parcourues chaque jour par plusieurs trains dont la vitesse de marche est au moins égale à 70 kilomètres (43 1/2 milles).

« En ce qui concerne le *tracé*, nous ne considérerons que les courbes et les pentes exceptionnelles, dont la voie a reçu une consolidation *locale* et qui sont franchies sans ralentissement.

« En ce qui concerne les points spéciaux protégés par des *règlements administratifs*, comme les passages à niveau et les petites stations en voie unique, nous ne demandons que la partie des règlements qui a pour but spécial de supprimer le ralentissement des trains rapides. »

Les réponses reçues nous ont montré qu'en fixant à 70 kilomètres (43 1/2 milles)

*

la vitesse de marche minimum d'un train pouvant être qualifié de rapide, nous n'avions pas admis, au point de vue qui nous occupe, une limite trop élevée. Il résulte, en effet, des réponses nombreuses qu'on a bien voulu nous envoyer, que, même sur les lignes comportant des marches de 70 kilomètres (43 1/2 milles) et au-dessus, on n'emploie aucun dispositif particulier pour supprimer le ralentissement à la traversée de la plupart des points spéciaux qui sont énumérés au libellé de la question II, si ce n'est au passage des ponts tournants et des stations en voie unique.

Et encore les dispositions adoptées aux stations en voie unique sont-elles communes aux lignes parcourues par des trains dont la vitesse n'excède pas 60 kilomètres (37 milles) et à celles qui admettent les trains les plus rapides.

Une conclusion très nette ressort d'ailleurs des réponses reçues : le ralentissement aux points spéciaux n'est pour ainsi dire jamais imposé par le défaut de résistance de ces points ou par l'insuffisance des systèmes de signaux. Les procédés auxquels on recourt pour éviter le ralentissement ne sont ni bien nouveaux, ni bien intéressants. Les considérations d'ordre commercial et même d'ordre moral se trouvent avoir dans la question une bien autre importance que les considérations d'ordre technique.

Sur les lignes où la concurrence, le goût du public, l'esprit de progrès poussent à augmenter la vitesse des trains, on a vite fait de supprimer les ralentissements, sans imaginer pour cela des moyens extraordinaires. Le tempérament des exploitants et le caractère des populations desservies font plus pour accélérer la marche des trains que les petites combinaisons qu'on peut employer pour rendre en certains points la voie plus solide. Et c'est ainsi qu'avec des voies également robustes, des appareils et des signaux comparables, telle Compagnie marche partout à grande allure, alors que telle autre ralentit ses trains à toute occasion.

On comprend que pour aboutir à une telle conclusion, la question II ne devait provoquer ni réponses bien précises, ni renseignements bien instructifs. Mais elle touchait à d'autres sujets intéressants, comme le régime des passages à niveau, le mode d'exploitation des petites stations et l'agencement des gares importantes au point de vue de la traversée des express, les enclenchements entre signaux et aiguilles, etc. Devions-nous aborder quelques-uns de ces sujets d'à côté et faire dévier la question posée pour lui ajouter quelque attrait? Nous ne l'avons pas pensé, estimant que les principales de ces questions voisines intéressent surtout le service de l'exploitation et qu'elles méritent d'être traitées

isolément. Nous avons donc préféré répondre strictement à la question telle qu'elle était définie au programme, au risque de présenter un rapport peu substantiel.

DIVISION DU RAPPORT.

Les bifurcations mises à part, les points spéciaux qui peuvent imposer le ralentissement se classent en trois catégories :

1° Points spéciaux du *tracé*, c'est-à-dire les pentes et les courbes exceptionnelles;

2° Points spéciaux de la *voie*, c'est-à-dire les appareils de voie, aiguilles, croisements et traversées, et les ponts tournants;

3° Points spéciaux de la *circulation*, c'est-à-dire les passages à niveau, les gares et stations, les embranchements en pleine voie.

I. — Points spéciaux du tracé.

Pentes et courbes exceptionnelles.

Les courbes et les pentes ne constituent pas en elles-mêmes des points spéciaux de la voie; d'ailleurs, les dispositions à prendre pour donner à la voie la résistance qu'exige le passage des trains rapides dans les courbes et sur les pentes font l'objet d'une question particulière, la question I.

Nous n'avons donc à considérer ici que les pentes et les courbes *exceptionnelles*. Sur les lignes de Paris à Lyon et de Paris à Bordeaux, par exemple, tracées avec déclivité maximum de 0.005 ($\frac{1}{200}$), on rencontre exceptionnellement une rampe de 0.008 ($\frac{1}{125}$) (à Blaisy et à Etampes). Sur d'autres grandes lignes à rayon minimum de 800 mètres (875 yards), on trouvera quelques courbes dont le rayon descend à 500 mètres (547 yards), c'est-à-dire des courbes exceptionnelles pour ces lignes.

Mais ce sont là des exceptions toutes relatives, puisqu'on fait circuler des trains rapides sur des lignes dont la déclivité normale atteint 0.015 ($\frac{1}{67}$) et dont les rayons s'abaissent jusqu'à 400 et 350 mètres (437 à 383 yards).

La déclivité seule, dans un sens ou dans l'autre, n'est pas une cause d'affaiblissement de la voie : en rampe, la vitesse n'est limitée que par la puissance de la machine et en pente elle ne l'est que par la puissance des freins. Sur une pente longue et raide parcourue par de nombreux trains descendant à freins serrés, on

peut être conduit à placer des rails à champignon surhaussé, pour augmenter la durée des rails et en mieux utiliser le métal. Mais dans aucun cas on ne renforce la voie dans les pentes ou dans les rampes exceptionnelles dans le seul but de supprimer le ralentissement des trains.

La courbure, au contraire, devient une cause marquée d'affaiblissement de la voie dès que le rayon descend au-dessous d'une certaine valeur. Or, cette limite critique est essentiellement variable, puisqu'elle dépend de la constitution de la voie, de la vitesse et de la charge des trains, puis, surtout, de la souplesse et de la stabilité des machines. Il est impossible de lui attribuer à priori une valeur déterminée. Ce qu'on peut affirmer toutefois, c'est qu'on ne réussira jamais à donner aux courbes une résistance suffisante contre des machines mal équilibrées.

On nous a bien répondu qu'on renforçait la voie dans les courbes en augmentant le nombre des traverses, en employant des selles, des tire-fond ou des crampons plus nombreux et plus forts avec la voie Vignoles, des coussinets plus lourds avec la voie à double champignon. Mais ces modes de renforcement ne sont pas localisés aux courbes exceptionnelles : on les emploie sur de grandes longueurs et à un grand nombre de courbes. On peut même dire qu'appliqués d'abord aux courbes raides, ils s'étendent peu à peu à toutes les courbes et même aux alignements sur les lignes à grand trafic, parce que la faible augmentation de capital qu'ils imposent se trouve vite compensée par l'accroissement de sécurité, la diminution d'usure du matériel et de la main-d'œuvre d'entretien.

Deux dispositions seulement vraiment spéciales aux courbes exceptionnelles nous ont été signalées, l'une et l'autre en Angleterre : l'addition d'un contre-rail (Midland, Manchester-Sheffield, Glasgow and South Western, South Eastern, North British) et la liaison des deux voies parallèles (Great Eastern).

Le contre-rail placé le long de la file intérieure augmente la rigidité transversale de la voie et protège la file extérieure contre les efforts de renversement. Mais c'est une solution coûteuse et il n'est pas démontré que l'ornière dans laquelle peuvent se coincer des pierres dures ou des objets tombés des trains, n'augmente pas, plus qu'elle ne les diminue, les chances de déraillement.

La liaison par traverses, ou entretoises, de deux voies parallèles peut être efficace. Mais elle crée de grosses sujétions de pose et d'entretien et elle ne s'applique pas aux lignes à voie unique sur lesquelles, on doit le reconnaître, se trouvent ordinairement les courbes raides.

En résumé, si nous mettons à part l'addition d'un contre-rail et l'entretoise-

ment de deux voies parallèles employés sur quelques points en Angleterre, nous n'avons à constater pour la suppression du ralentissement dans les courbes et dans les rampes exceptionnelles d'autres moyens de renforcement que ceux qui sont usités en voie courante et qui font l'objet de la question I.

II. — Points spéciaux de la voie.

1° *Appareils de voie proprement dits : changements, croisements et traversées.*

Les seuls appareils de la voie qui soient franchis sans ralentissement sont les changements, croisements et traversées.

Or, ces trois sortes d'appareils se rencontrent nécessairement dans les bifurcations en double voie : leur examen est donc mieux placé à la question III, qui est spéciale à la suppression du ralentissement au passage des bifurcations.

Nous souhaitons d'ailleurs que le rapporteur de cette question ait obtenu des réponses plus explicites que celles qui nous ont été envoyées. On s'est à peu près borné à nous répondre que, dans un même réseau, les appareils employés sont les mêmes sur les lignes à circulation ordinaire que sur les lignes suivies par des rapides et qu'un entretien très soigné était la seule règle appliquée à ces dernières.

Le voyageur ne peut s'empêcher de constater cependant que si l'on franchit ces appareils sans ralentissement à peu près partout, on éprouve des chocs d'intensité très différente en passant d'un réseau sur l'autre. Les ingénieurs de la voie savent aussi que l'usure de ces appareils, celle des aiguilles et des pointes de croisement ou traversées principalement, croît très rapidement avec la vitesse des trains. Il est certain d'ailleurs que les chocs violents sont toujours accompagnés d'une usure rapide et que la suppression des chocs entraîne la diminution de l'usure.

Nous trouverons donc les appareils résistant le mieux au passage des trains rapides, là où l'on ressent le moindre choc en les franchissant. Or, il est constant que dans son ensemble ce résultat est obtenu en Angleterre mieux que partout ailleurs. La traversée à toute vitesse, sans oscillation, sans choc, de gares immenses, encombrées d'appareils et de voies, est certainement un des faits qui frappent le plus l'ingénieur qui voyage pour la première fois dans ce pays. Cherchons donc les causes qui ont valu aux chemins anglais cette avance marquée sur les chemins du continent.

Nous en voyons deux principales : la première tient à la constitution même

de la voie courante et la seconde à une organisation spéciale de la fabrication des appareils [1].

Le rail à double champignon dissymétrique pesant de 40 à 45 kilogrammes par mètre courant (96 à 108 livres par yard), se prête très aisément par sa forme et sa grande résistance à la confection des organes principaux des appareils : aiguilles, pointes de cœur et de traversées, pattes de lièvre. La taille et l'assemblage de ces rails sont faciles et peu coûteux ; on y trouve notamment l'avantage de pouvoir donner à chaque élément, sans dépense supplémentaire, une grande longueur et par suite une grande stabilité, sans rigidité excessive, avec un très bon éclissage.

Dans le coussinet de la voie courante, qui pèse de 16 à 24 kilogrammes (39 à 58 livres), on avait un excellent modèle des gros coussinets spéciaux qui complètent l'assemblage des diverses parties des appareils et leur assure une attache vigoureuse sur les traverses.

Enfin, l'emploi de sapin de fort équarrissage pour les traverses conduisait à mettre dans les appareils des pièces de bois très larges, très longues et parfaitement dressées.

On devait donc retrouver dans les appareils les qualités propres de la voie courante, c'est-à-dire une grande résistance verticale et transversale. Mais cela ne suffisait pas : il fallait encore donner à ces appareils une grande perfection de forme pour supprimer les chocs aux points critiques.

Cette perfection est née d'une organisation tout à fait spéciale aux Compagnies anglaises. Chaque grand réseau possède, en effet, un service d'ingénieur avec bureau et ateliers, uniquement chargé de l'étude, de la fabrication et du montage des appareils de voie.

La visite de quelques gares anglaises a bien vite donné la raison d'être de cette organisation. Dans ces gares, toujours placées au centre des villes, l'espace est utilisé à outrance et on ne pouvait songer à en tirer parti avec un nombre restreint de types d'appareils, suivant l'usage adopté sur le continent. Un tracé spécial s'impose, pour ainsi dire, à chaque appareil : de là la nécessité d'épures très compliquées et même de modèles en bois, dont l'emploi est fréquent.

Si nous ajoutons à cela que l'Angleterre est le pays du monde où l'ingénieur

[1] M. De Busschere, ingénieur en chef aux chemins de fer de l'État belge, a publié sur ce sujet des renseignements très complets et très intéressants, dans les *Annales* des écoles spéciales de Gand.

s'affranchit le plus complètement de la tyrannie du *type invariable*, on comprend aisément que les Compagnies anglaises aient été amenées à créer pour les appareils de voie un service particulier et on comprend aussi que cet organisme une fois créé devait aboutir nécessairement à perfectionner l'œuvre à laquelle il était spécialisé.

Avons-nous, sur le continent, intérêt à suivre cet exemple? Nous ne le croyons pas. En général, l'espace ne nous fait pas défaut dans nos gares et nous n'avons pas besoin de varier indéfiniment la forme de nos appareils. Aussi, bien loin de chercher une solution spéciale à chaque cas, la plupart des Compagnies continentales considèrent-elles comme un progrès de réduire de plus en plus le nombre des types d'appareils. D'ailleurs, si l'existence d'un service spécial a été en Angleterre l'occasion du perfectionnement des appareils, elle n'en est pas la cause nécessaire. On conçoit même que la réduction du nombre des types permette de donner à chacun d'eux une perfection très grande sans l'assistance permanente d'un personnel spécial.

Ajoutons aussi que l'adoption de plus en plus générale, sur les réseaux du continent, d'un matériel de voie renforcé, qui fournira de bons matériaux et de bons modèles pour la fabrication des appareils de voie, conduira nécessairement à l'amélioration de ces appareils.

Pour en revenir au sujet de notre rapport, nous constatons, que si les Compagnies ne possèdent pas toutes des appareils de voie de même valeur, presque toutes cependant affirment qu'on peut franchir ceux qu'elles emploient, sans ralentissement, aux plus grandes vitesses.

Toutefois, une distinction doit être faite en ce qui concerne les changements de voie suivant qu'ils sont abordés par la pointe ou le talon. Pris en talon, ils ne sont jamais par eux-mêmes une cause de ralentissement. Au contraire, sur les lignes où l'on admet le passage en vitesse aux aiguilles prises en pointe, on s'astreint toujours à maintenir celles-ci dans leur position normale par un *verrou*, muni ou non, suivant les cas, d'une *pédale de calage*.

Nous ne décrirons pas ici les formes variées qu'on a données à ces appareils accessoires : il en existe un grand nombre de types satisfaisants.

Quelques Compagnies imposent encore le ralentissement aux aiguilles en pointe, alors même qu'elles sont verrouillées. Elles le font, non parce que la résistance de ces appareils leur semble insuffisante, mais parce que leur présence crée toujours des sujétions spéciales d'exploitation.

Toute aiguille prise en pointe devient, en effet, un point spécial de la *circula-*

tion, qu'elle soit placée en pleine voie ou dans une gare. Nous examinerons ce côté de la question dans la troisième partie du rapport.

En résumé, il est admis, à peu près généralement, que les appareils de voies complétés par un verrou aux aiguilles en pointe ne constituent pas en eux-mêmes des points faibles de la voie et peuvent être franchis sans ralentissement, partout où le permet la sécurité de la circulation sur les voies qu'ils réunissent.

2° *Ponts tournants.*

Au point de vue qui nous occupe, les ponts tournants n'offrent qu'un intérêt restreint. Il n'en existe, en effet, qu'un très petit nombre sur voies principales.

En Angleterre, en Belgique et en Hollande, où l'on en rencontre quelques-uns, aucun n'est franchi sans ralentissement.

Sur le réseau français, le Nord seul en possède.

Deux Compagnies seulement nous ont fait connaître qu'elles avaient supprimé le ralentissement à la traversée de ponts tournants : le Pennsylvania Railroad aux États-Unis et le Nord français.

Le Pennsylvania dit qu'il emploie le système de verrous et de signaux Hackensack, mais sans le décrire, ni indiquer de publication pouvant nous renseigner.

Le Nord français, lui, a déjà supprimé ou va supprimer prochainement le ralentissement à tous ses ponts tournants placés sur voie principale, en les munissant du dispositif de calage et de signaux, qui a été étudié par son ingénieur M. Forest et dont on trouve la description dans la *Revue générale des chemins de fer* (mars 1888, note de M. Cossmann sur la ligne de Noyelles à Saint-Valéry). Dans sa position normale, le pont ne porte pas sur son pivot; il est calé solidement et avec grande précision sur les sabots qui le reçoivent au-dessus des culées. Il est, en outre, immobilisé dans cette position par un verrou enclenché avec des signaux semblables à ceux d'une bifurcation. Un appareil, dit *retardateur*, oblige le garde du pont à laisser s'écouler un certain temps entre la fermeture des signaux et l'ouverture du pont.

Des appareils de calage et d'enclenchement avec retardateur, remplissant les mêmes fonctions que le dispositif du Nord français, ont été imaginés par M. Brunoel, ingénieur aux chemins de fer de l'État belge, et appliqués au pont de Duffel, sur la ligne d'Anvers à Bruxelles. (*Revue générale des chemins de fer*, septembre 1892.) Mais on a maintenu le ralentissement au passage de ce pont.

III. — Points spéciaux de la circulation.

1° *Passages à niveau.*

On nous a bien signalé que le ralentissement est imposé à certains passages à niveau établis à la rencontre de rues très fréquentées, dans des grandes villes; on nous a répondu aussi que certains passages à niveau sont munis de signaux protecteurs, ou avertisseurs, en raison de la visibilité défectueuse des abords ou de l'intensité de la circulation sur l'une ou l'autre des deux voies. Mais toutes ces mesures ne sont pas spéciales aux trains rapides : le ralentissement, quand il est prescrit, est commun à tous les trains et les signaux de protection existent aussi bien sur les lignes secondaires que sur les lignes à grande fréquentation.

D'une façon générale, sauf sur le chemin Hollandais [1], la traversée d'un passage à niveau n'est pas une cause de ralentissement.

La réponse à cette partie de la question II est donc entièrement négative : nulle part, les trains rapides ne doivent ralentir aux passages à niveau, par le seul fait qu'ils sont rapides, et leur vitesse ne crée jamais de sujétion spéciale.

2° *Gares de passage.*

Si le ralentissement des trains rapides est évité sur presque tous les réseaux aux points spéciaux du tracé ou de la voie et aux passages à niveau, il n'en est pas de même pour la traversée des gares ou stations. Sur beaucoup de lignes, on fait ralentir les trains au passage de toutes les aiguilles abordées par la pointe, qu'elles soient verrouillées ou non. Le maintien ou la suppression de ce ralentissement est particulièrement intéressant sur les lignes en voie unique, où l'on rencontre au moins une aiguille en pointe à toutes les stations pourvues d'une voie d'évitement, c'est-à-dire tous les cinq ou six kilomètres.

Nous allons considérer successivement les petites gares ou stations et les gares de moyenne ou grande importance, en distinguant le cas de la double voie et celui de la voie unique.

(1) Voici quelle a été la réponse au questionnaire de la Compagnie du chemin de fer Hollandais; elle est particulièrement suggestive : « La loi nous impose une réduction de vitesse dans toutes « les courbes d'un rayon inférieur à 1,000 mètres, sur toutes les pentes supérieures à 5 milli- « mètres, dans les aiguilles abordées par la pointe et sur les traversées, les passages à niveau et « les ponts tournants. »

a) Stations en double voie.

Il est admis partout que les stations en double voie peuvent être franchies sans ralentissement par les trains qui ne s'y arrêtent pas, quelle que soit leur vitesse, à la condition, bien entendu, de n'avoir pas de plaques sur les voies principales.

On y dispose toutes les aiguilles en talon et on y fait garer par rebroussement les trains lents qui doivent y être dépassés.

Le garage direct par aiguille en pointe est tout à fait exceptionnel dans les petites stations : il n'est justifié que par l'utilité d'un garage plus rapide et ne se rencontre, par suite, que sur des troncs exceptionnellement chargés. L'aiguille en pointe qui conduit de la voie principale à une voie de garage est assimilable au fond à une aiguille en pointe de bifurcation, non suivie de traversée. On peut donc y supprimer le ralentissement, puisqu'on le supprime aux bifurcations complètes sur certains réseaux.

Dans une étude récente, pleine d'intérêt (1), M. Flamache a indiqué les meilleures dispositions théoriques à adopter dans les stations et dans les gares des lignes à double voie en vue d'y éviter le ralentissement des trains rapides. Il est utile évidemment, sur les lignes à très grande fréquentation, de disposer les voies de dépassement et les voies de garage dans les stations de passage, de façon à augmenter la capacité de circulation de la ligne et à affranchir le service local des sujétions que pourrait lui imposer la traversée des trains rapides. Mais cela n'intéresse pas au fond la marche de ces trains, puisqu'il est admis partout que les petites stations sont franchies à toutes vitesses, sans ralentissement.

Il est à remarquer aussi que les lignes très fréquentées sont presque toujours les plus anciennes et qu'on ne crée plus aujourd'hui de lignes nouvelles à grand trafic. La question qui se pose n'est donc pas de savoir quel est le meilleur type de station à adopter au point de vue de la circulation des rapides sur une ligne projetée, mais bien d'étudier comment on accommodera le mieux possible une vieille station, ordinairement très exiguë, dont l'agrandissement est gêné par la disposition des abords et le plus souvent par des constructions voisines. Ce ne sont plus alors que des cas particuliers, échappant à l'application de types quelconques et dans lesquels la dépense à faire joue le rôle prépondérant.

En somme, il est de règle générale, dans les stations en double voie, qu'on évite les aiguilles en pointe et qu'on sacrifie le tracé des voies secondaires à celui

(1) *Bulletin de la Commission internationale du Congrès des chemins de fer*, novembre 1894.

des voies principales qui sont disposées en plan et en profil comme en pleine voie.

Moyennant ces simples précautions, on y admet le passage des trains les plus rapides, sans ralentissement.

b) Stations en voie unique.

Le mode de traversée des stations est de première importance sur les lignes à voie unique, où circulent des trains rapides. Quelques exemples le montreront mieux que tout raisonnement.

Sur le Nord français, les express de Paris au Tréport parcourent 95 kilomètres de voie unique entre Beauvais et le Tréport. Cette distance est franchie avec un seul arrêt intermédiaire, à Eu, près du Tréport. On traverse, sans arrêt, quinze stations ou gares, dont trois possèdent une ou deux bifurcations.

Sur le réseau de Paris à Orléans, l'express n° 30 de Toulouse à Paris, par Capdenac et Saint-Yrieix, circule en voie unique de Toulouse à Nexon sur 328 kilomètres avec une vitesse nominale qui varie de 55 à 70 kilomètres, suivant les sections. Dans ce parcours, il franchit sans arrêt vingt-cinq stations et il s'arrête seize fois. A douze de ces seize arrêts, il croise ou dépasse d'autres trains et des quatre arrêts sans croisement deux sont situés au sommet de longues rampes, où les machines sont obligées de prendre de l'eau. Le train ne franchit qu'une seule bifurcation en pleine voie; toutes les autres bifurcations sont situées dans sept gares plus ou moins importantes, où le train n° 30 en croise d'autres et dessert des correspondances intéressantes.

Sur d'autres lignes du même réseau, l'express n° 607 de Paris à Laqueuille (gare du Mont-Dore) suit une voie unique de 192 kilomètres de longueur entre Saint-Florent, près Bourges, et Laqueuille. Il franchit sans arrêt dix-sept stations et ne s'arrête que neuf fois, dont huit pour croiser d'autres trains. Il ne rencontre qu'une seule bifurcation en pleine voie, les autres bifurcations se trouvant concentrées dans deux grandes gares.

De ces exemples, qu'on pourrait multiplier, il ressort nettement que la suppression du ralentissement aux bifurcations est très secondaire sur les lignes à voie unique et que la vitesse commerciale des trains y dépend surtout du régime adopté pour la traversée des stations. On peut même dire qu'un train rapide n'est possible sur ces lignes que si l'on supprime toute perte de temps au passage de la plupart des stations.

Cette question, il est vrai, présente peu d'intérêt sur beaucoup de réseaux qui

ont toutes leurs directions principales desservies par des lignes à double voie : c'est le cas des Compagnies anglaises, de l'État belge, de l'Est français, de la Compagnie de Lyon, etc. Mais il n'en est pas ainsi partout : dans les régions accidentées et dans les pays neufs, des lignes reliant de grands centres sont construites à voie unique soit par économie, soit en raison de l'insuffisance du trafic intermédiaire. Sur ces lignes, cependant, l'organisation de trains rapides répond à un réel besoin.

Sans doute, la première condition à remplir pour y circuler en vitesse est de les doter d'un matériel de voie et de machines appropriées au tracé. Cela ne suffit pas : non seulement les stations y sont espacées de 6 à 7 kilomètres en moyenne, mais encore beaucoup d'entre elles sont établies au pied de longues rampes. On n'y obtiendra jamais de vitesse commerciale notable si on fait arrêter, ou seulement ralentir, les trains à toutes les stations.

Dans la traversée d'une station par un train rapide, nous avons deux cas à distinguer, suivant qu'il y croise, ou non, un autre train.

1° *Passage avec croisement.*

Le règlement de la plupart des Compagnies impose l'arrêt de tous les trains, quand il y a croisement, quel que soit le sens de la marche des deux trains.

Sur certaines lignes suisses, cependant, celle du Gothard en particulier, les trains express sont autorisés à traverser la station de croisement à vitesse très réduite, mais sans arrêt, quand l'autre train de sens contraire a été garé avant son arrivée.

Au Nord français, l'arrêt est obligatoire pour le croisement de trains de sens contraires, tandis que les trains rapides peuvent dépasser sans arrêt ni ralentissement les trains lents de même sens préalablement garés. Il faut reconnaître d'ailleurs que le dépassement d'un train lent en voie unique diffère à peine, au point de vue de la sécurité, du dépassement en double voie, qui n'est considéré nulle part comme étant une cause de ralentissement.

2° *Passage sans croisement.*

On admet partout que certaines stations peuvent être franchies sans arrêt; mais sur beaucoup de réseaux on impose le ralentissement, soit parce que les voies n'y sont pas disposées pour les grandes vitesses, soit parce qu'on fait ralentir les trains à toutes les aiguilles abordées par la pointe.

Les Administrations suivantes ont supprimé le ralentissement sur certaines de leurs lignes : État belge, État danois, Pennsylvania, Gothard, État français, Midi français, Nord français, Orléans.

On n'atteint pas sur tous ces réseaux la vitesse de marche de 70 kilomètres, mais sur tous on admet qu'une station de voie unique, convenablement disposée, peut être franchie sans ralentissement par un express ou un rapide.

Au Gothard, cependant, on prescrit une légère réduction de vitesse, variable d'une station à l'autre, suivant le tracé des voies.

Pour supprimer le ralentissement, la première condition nécessaire est de soumettre la station au régime de la *voie directe :* au lieu de disposer deux voies équivalentes comme tracé et suivies, l'une par tous les trains d'un sens et l'autre par les trains de sens contraire, on établit une voie principale et une voie d'évitement. La voie principale, ou directe, est tracée en plan et en profil, comme en pleine voie, et elle est suivie par les trains des deux sens, s'arrêtant ou non, toutes les fois qu'il n'y a pas croisement. La voie d'évitement, qui ne sert que pour les croisements, a son tracé sacrifié à celui de la voie directe.

Dans les stations de prise d'eau, ce régime est observé sans changement, si les trains des deux sens peuvent s'alimenter sur la voie directe. Il faut admettre, au contraire, une modification du régime, quand la voie directe n'est munie que d'un seul appareil d'alimentation.

Une seconde condition, également générale, consiste à maintenir par un verrou toutes les aiguilles abordées par la pointe.

Quant aux autres dispositions adoptées, elles présentent la plus grande variété. Ici, le verrou des aiguilles en pointe est manœuvré sur place par un levier indépendant de l'aiguille, sans conjugaison avec les signaux avancés (Nord et Midi français, Compagnie d'Orléans). Le verrou est accompagné, ou non, de signaux auxiliaires et le cadenassage de son levier varie d'un réseau à l'autre. Là, l'aiguille est manœuvrée et verrouillée à distance, par transmissions rigides, funiculaires ou hydro-dynamiques, et par un seul levier, ou par deux leviers. Ailleurs, l'aiguille, manœuvrée sur place, est verrouillée à distance, mécaniquement ou électriquement.

Quand le verrou est manœuvré sur place, il faut un agent à chaque aiguille pour tous les croisements. On fait cette économie de personnel quand on concentre les manœuvres au centre de la gare : mais les transmissions sont onéreuses et l'éloignement des appareils manœuvrés oblige à enclencher les aiguilles avec les signaux.

Ces postes d'enclenchement au centre des petites stations sont surtout fréquents en Autriche et en Suisse.

Nous n'avons reçu sur tous ces dispositifs que des renseignements trop sommaires pour les décrire et les classer. Leur extrême variété s'explique aisément. Les signaux et les enclenchements ne sont, en effet, que la traduction mécanique des règlements d'exploitation (1), et ceux-ci varient non seulement d'un Etat à l'autre, mais encore d'un réseau au réseau voisin.

Les conditions de réception et de passage des trains dans les stations à voie unique fourniraient certainement un très intéressant sujet d'étude : mais les appareils de voie employés dans chaque cas ne jouent qu'un rôle accessoire; le rôle essentiel appartient aux règlements d'exploitation. Cette étude relèverait donc de la 3e section du Congrès.

c) Gares importantes.

Dans les gares moyennes, ou grandes, on ne peut pas éviter les aiguilles en pointe et la distinction entre la simple et la double voie perd son intérêt au point de vue que nous considérons.

D'ailleurs, les conditions à remplir pour supprimer le ralentissement des trains rapides dans ces gares sont d'une complexité qui défie toute application de règles absolues.

Sur un réseau donné, on ne trouve pas deux gares, même secondaires, qui soient vraiment comparables. A fortiori, les divergences s'augmentent-elles encore quand on change de réseau et de pays.

On peut bien dire que les voies destinées au passage des express doivent être tracées et posées comme en pleine voie et qu'on doit y éviter les appareils de voie ainsi que les signaux trop multipliés. Mais ce sont là des formules à la fois trop évidentes et trop vagues pour qu'on puisse en tirer un profit quelconque. Chaque gare a sa physionomie propre : l'étude de son remaniement exige une grande expérience de ce genre de projets, une connaissance approfondie des règlements et des usages de l'exploitation, une saine appréciation des dispositions locales. L'ingénieur qui ne réunit pas ces qualités échouera dans sa tâche et celui qui les possède n'a que faire de principes généraux.

(1) Ce côté de la question a été particulièrement mis en relief par M. Brière, ingénieur en chef de la Compagnie d'Orléans, dans une note sur les appareils de manœuvre à distance employés par cette Compagnie. (*Revue générale des chemins de fer*, octobre 1889.)

3° *Embranchements industriels.*

Nous n'avons à considérer ici que les embranchements d'usine et les voies de ballastière, ou de chantier, établis en pleine voie.

En double voie, le raccordement est toujours fait par aiguilles en talon, avec entrée, ou sortie, par rebroussement.

En voie unique, l'aiguille en pointe est inévitable et on la verrouille.

Les voies principales sont protégées du côté de l'embranchement, soit par un taquet, soit par un signal, soit par une aiguille de sécurité. Signaux, taquets et aiguilles sont ordinairement enclenchés. En France, l'enclenchement est obligatoire.

Deux cas peuvent se présenter.

Si les trains sont autorisés à se garer sur l'embranchement pour être dépassés par d'autres trains, l'exploitation de l'embranchement est entièrement assimilable à celle d'une station disposée pour garer un train et on ne peut se dispenser d'y établir les appareils de sécurité, de correspondance et de bloc qui existent dans les autres stations de la ligne. Aussi donne-t-on ordinairement à ces embranchements un poste permanent d'aiguilleur.

Si le service de l'embranchement est fait par des trains de passage, qui ne s'y garent pas, il suffit de protéger la manœuvre par des signaux. La plupart des embranchements de cette catégorie sont normalement abandonnés en dehors de la durée des manœuvres, les appareils des signaux et aiguilles restant cadenassés.

Les embranchements en double voie sont partout franchis sans ralentissement. Quelques Compagnies, au contraire, imposent le ralentissement au passage des embranchements sur voie unique : ce sont celles qui font ralentir à toutes les aiguilles abordées par la pointe, verrouillées ou non.

On nous a signalé une disposition intéressante usitée en Angleterre sur les lignes en voie unique exploitées au bâton-pilote. L'aiguille de l'embranchement est fermée par une serrure dont la clef est solidaire du bâton. Comme dans la serrure Annett, la clef ne peut être dégagée de la serrure qu'en immobilisant l'aiguille dans sa position normale.

CONCLUSIONS.

En résumé, le ralentissement aux points spéciaux de la voie n'est jamais la conséquence de l'insuffisance des appareils dont on peut disposer : le régime adopté

sur chaque ligne dépend surtout des règlements administratifs, des errements de l'Administration exploitante et des nécessités du trafic.

C'est ainsi que le Nord français, en n'employant que des dispositions connues, supprime le ralentissement à tous les appareils de voie, y compris les ponts tournants et au passage des stations en voie unique, alors même que le train rapide y dépasse un train lent; tandis que sur les lignes hollandaises, dont le tracé est aussi favorable que celui du Nord français, dont la voie est aussi robuste, dont les appareils de sécurité présentent autant de garantie, la loi impose de ralentir dans les courbes de rayon inférieur à 1,000 mètres, dans les pentes supérieures à 5 millimètres, aux passages à niveau, aux ponts tournants, aux aiguilles abordées par la pointe et aux traversées de voie.

Nous proposons de rédiger ainsi les conclusions de la question II :

« Les pentes et les courbes exceptionnelles, quand elles sont franchies sans ralentissement, ne reçoivent pas de renforcement spécial.

« La plupart des Administrations acceptent le passage en vitesse des trains rapides aux appareils de voie, aux passages à niveau, aux embranchements particuliers et aux stations en double voie, sans recourir à d'autres procédés que ceux qu'on emploie avec les trains ordinaires.

« La traversée sans ralentissement des stations en voie unique est admise sur un assez grand nombre de lignes : les solutions très variées qui sont adoptées dans ce but dépendent essentiellement des règlements d'exploitation propres à chaque Administration et on trouve pour les mettre en application de nombreuses dispositions techniques également satisfaisantes.

« Le passage en vitesse sur les ponts tournants est accepté par quelques Administrations. »

Paris, 13 février 1895.

ANNEXE.

Questionnaire détaillé.

I. — POINTS SPÉCIAUX DU TRACÉ.

COURBES ET PENTES EXCEPTIONNELLES.

1° Quel est le rayon minimum *normal?*

Quelle est la déclivité maximum *normale* sur les lignes de votre réseau parcourues par des trains rapides?

2° Quels sont les rayons inférieurs au minimum normal?

Quelles sont la déclivité et la longueur des pentes supérieures à la pente normale qu'on rencontre exceptionnellement sur ces lignes et qui sont parcourues sans ralentissement?

3° Décrire les procédés employés pour renforcer la voie, ou protéger la circulation des trains sur ces points exceptionnels :

Renforcement local du rail et de l'éclissage;

Renforcement de l'attache aux traverses ou longrines;

Augmentation du nombre ou de la dimension des traverses;

Épaulement de la voie par des murettes ou autres résistances latérales;

Contre-rails;

4° Quel est le poids et quelle est la vitesse des trains rapides qui passent sur ces points exceptionnels?

5° Quels sont les types de machines et de voitures composant ces trains?

6° Sur une ligne donnée parcourue sans ralentissement, quelles sont les règles admises pour déterminer la vitesse maximum autorisée, en tenant compte de la composition des trains et du profil de la ligne?

7° Sur les courbes et les pentes exceptionnelles, la vitesse des trains est-elle contrôlée par des appareils fixes ou portatifs placés sur la voie? Par des enregistreurs montés sur les machines?

II. — AIGUILLES ET TRAVERSÉES.

A. — Disposition des appareils eux-mêmes.

(Si les renseignements concernant ces appareils ont été donnés en réponse au questionnaire de la question III bifurcations, se contenter de les résumer en quelques mots.)

8° Employez-vous pour ces appareils un dispositif différent, suivant qu'ils sont, ou non, franchis sans ralentissement par les trains rapides? Quelles sont les différences?

Quels sont, en particulier, les systèmes que vous avez employés ou essayés, pour supprimer ou atténuer les chocs au passage de l'aiguille, du croisement et de la traversée?

9° Quel type de verrou, ou de cale, employez-vous aux aiguilles qui sont abordées en pointe sans ralentissement? Ces verrous sont-ils toujours accompagnés d'une pédale de calage? De quel type sont ces pédales.

*

B. — Dispositions accessoires.

(Dans la description des dispositions accessoires, distinguer celles qui sont prescrites par des règlements publics de celles qui sont dues à l'initiative de l'Administration exploitante.)

10° Quel est le régime des aiguilles prises en talon ?

Sont-elles verrouillées ?

Comment leur levier est-il disposé ?

11° *Aiguilles isolées prises en pointe*, aux embranchements particuliers, ballastières, etc. Quel est le régime des signaux protégeant ces aiguilles ? Sont-elles considérées comme obstacles isolés ou comme bifurcation ? Sont-elles gardées en permanence ? A quelle distance de l'aiguille est placé le signal qui commande l'arrêt ou le ralentissement, quand cette aiguille est déverrouillée ?

12° *Aiguille de dédoublement* de la voie principale, dans les *stations en voie unique*. Quelles dispositions sont prises pour le tracé de la voie directe aux abords de l'aiguille ? Pour son verrouillage et la conjugaison du verrou avec les signaux de la station ? Le train qui aborde l'aiguille en pointe sans ralentissement est-il prévenu par un signal spécial de la position de l'aiguille et de son verrouillage ? A quelle distance ce signal est-il établi en avant de l'aiguille ? Quelles dispositions existent en vue de prévenir la rupture des appareils par une prise anormale en talon, ou pour dénoncer cette rupture, si elle se produit ?

Admettez-vous dans ces stations qu'un train rapide puisse croiser sans ralentissement un train de même sens, ou de sens contraire, préalablement garé ?

13° Aiguilles prises en pointe et traversées dans *les grandes gares*. Avez-vous des dispositions spéciales autres que le verrouillage des aiguilles et la conjugaison des appareils avec les signaux par enclenchements ?

III. — PONTS TOURNANTS.

14° Avez-vous des ponts tournants franchis sans ralentissement par les trains rapides ?

Quels sont-ils ? Par combien de trains sont-ils franchis et combien de fois sont-ils ouverts en vingt-quatre heures ?

15° Décrire sommairement ces ponts et les dispositions spéciales prises pour les caler et les protéger par des signaux.

16° Que prescrivent les règlements publics pour la protection de ces ouvrages, quand ils sont franchis sans ralentissement ?

IV. — PASSAGES A NIVEAU.

17° Les passages à niveau sont-ils jamais sur votre réseau une cause de ralentissement des trains ?

18° Existe-t-il des dispositions spéciales pour la voie, les barrières, les systèmes d'avertissement ou de protection, dans le seul but de supprimer le ralentissement des trains rapides à la traversée de ces passages ?

19° La suppression de ce ralentissement fait-elle l'objet de prescriptions spéciales dans la réglementation des passages à niveau ? Exige-t-on notamment que les passages soient gardés par des hommes et qu'ils le soient la nuit ?

V. — DIVERS.

20° En dehors des points spéciaux énumérés ci-dessus, en existe-t-il d'autres ayant justifié l'emploi de moyens exceptionnels pour supprimer le ralentissement des trains rapides ?

DISCUSSION EN SECTION

Séance du 2 juillet 1895, à 1 ½ heure.

PRÉSIDENCE DE Mr. JEITTELES

Mr. Sabouret, *rapporteur*. — A première lecture, la question posée ne semble relever que de l'ordre technique. On est porté à croire que les Administrations qui ont supprimé le ralentissement au passage de tous ces points spéciaux, ont dû recourir à des procédés plus ou moins ingénieux et efficaces pour donner à ces points faibles une résistance équivalente à celle de la voie courante.

Il n'en est rien cependant : le caractère technique de la question existe plus en apparence qu'en réalité.

Une conclusion parfaitement nette se dégage des très nombreux renseignements qu'on a bien voulu nous envoyer de tous côtés et cette conclusion est celle-ci : « La suppression du ralentissement aux points spéciaux est bien plus l'effet de la volonté des exploitants que des dispositions adoptées pour renforcer ces points. » La suppression du ralentissement a la même origine que l'augmentation de vitesse des trains rapides : dans les régions où l'activité est en honneur, où le voyageur apprécie la valeur du temps et où les exploitants répondent au désir public, l'organisation des marches rapides entraîne nécessairement avec elle la traversée en vitesse des points spéciaux. Et pour supprimer les ralentissements, on n'imagine pas de procédés techniques très nouveaux et très compliqués, puisque le renforcement et la protection des soi-disant points spéciaux sont sensiblement les mêmes sur les réseaux qui suppriment le ralentissement et sur ceux qui le maintiennent.

Le tempérament progressiste, audacieux si l'on veut, de l'exploitant, qu'il soit poussé par l'opinion publique ou qu'il la prévienne, fait bien plus pour supprimer le ralentissement que toutes les combinaisons techniques les plus minutieuses.

Celui qui veut aller vite, n'est pas longtemps retenu par la faiblesse des points spéciaux et il trouve aisément le moyen d'y parer.

Celui qui croit plus sage de modérer son allure, ne regrette qu'à moitié d'y trouver une occasion de ralentir. L'Administration, ne disons pas timide, disons prudente, qui traite volontiers la vitesse en adversaire, calme sa conscience en parsemant ses règlements de sages recommandations et ses lignes de signaux de ralentissement.

*

Mais elle ne néglige pas pour cela de renforcer ses points spéciaux, autant au moins que sa voisine plus audacieuse.

Nous voilà donc loin du caractère technique que la question II semblait porter en elle. On nous pardonnera ces observations préliminaires peut-être trop développées, puisqu'elles abrègent singulièrement les développements de notre rapport, en enlevant la plus grande partie de son intérêt à l'examen des procédés divers qu'on emploie dans le but de supprimer le ralentissement au passage des points spéciaux.

Abordons donc cet examen en suivant l'ordre adopté au rapport.

Les bifurcations mises à part, les points spéciaux qui peuvent imposer le ralentissement se classent en trois catégories :

1° Points spéciaux du *tracé*, c'est-à-dire les pentes et les courbes exceptionnelles;

2° Points spéciaux de la *voie*, c'est-à-dire les appareils des voies, aiguilles, croisements et traversées, et les ponts tournants;

3° Ponts spéciaux de la *circulation*, c'est-à-dire les passages à niveau, les gares et stations, les embranchements en pleine voie.

1° Points spéciaux du tracé.

La courbe ou la déclivité n'est pas à proprement parler un point spécial de la voie. On n'imagine pas, en effet, une ligne sans courbe et sans rampe.

Ensuite, qu'est-ce qu'une courbe ou une pente exceptionnelle? Telle courbe ou telle pente qui est exceptionnelle sur une ligne, est normale sur une autre ligne. Les procédés de consolidation sont donc les mêmes pour les courbes et les pentes exceptionnelles que pour les courbes et les pentes ordinaires. Or, l'examen de ces procédés relève de la question I.

Au point de vue de la déclivité seule, la déclivité dans le sens de la pente n'est pas en elle-même un obstacle à la vitesse. Si l'on modère un train sur une longue pente, on le fait plutôt en raison de la limitation de puissance du freinage. Il faut, en effet, que le mécanicien soit toujours maître de son train sur une longue pente. Personne n'a émis l'avis qu'il faille renforcer la voie sur une pente exceptionnelle pour permettre le passage de trains rapides.

Je citerai, notamment, à ce sujet la réponse de la Compagnie du Nord français. Cette Compagnie autorise toutes les vitesses compatibles avec ses machines sur une longue pente de 13.5 millimètres par mètre de la ligne du Tréport.

La courbe, quand elle est raide, est évidemment plus gênante pour la vitesse que la pente. Dans son rapport sur la question I, Mr. Ast a relevé de nombreux moyens imaginés pour renforcer la voie dans les courbes. Nous n'avons pas à les rappeler ici.

Deux procédés cependant ont été indiqués par les compagnies anglaises, qui ne figurent pas dans le rapport de Mr. Ast. Le premier consiste dans l'emploi d'un contre-rail (« Midland, Manchester, Sheffield », etc.); le second, dans la liaison par traverses ou entretoises de deux voies parallèles (« Great Eastern »).

Le contre-rail du côté du centre de la courbe est fréquemment employé par les compagnies anglaises, comme nous l'avons constaté dans nos voyages de ces derniers jours. Or, il est peu en faveur sur le continent. Il serait intéressant de savoir de Messrs. les ingénieurs anglais quelle valeur ils attribuent à ce mode de renforcement. On peut lui reprocher d'être un peu coûteux ; d'un autre côté, l'ornière dans laquelle peuvent se coincer des pierres dures ou des objets tombés des trains, est de nature à augmenter les chances de déraillement. Cette objection doit être assez théorique, cependant, puisqu'elle n'arrête pas les Anglais.

En résumé, si nous mettons à part l'addition d'un contre-rail et l'entretoisement de deux voies parallèles, employées sur quelques points en Angleterre, nous n'avons à constater pour la suppression du ralentissement dans les courbes et dans les rampes exceptionnelles, d'autres moyens de renforcement que ceux qui sont usités en voie courante et qui font l'objet de la question I.

2° Points spéciaux de la voie.

Nous avons à considérer successivement les appareils de la voie proprement dits et les ponts tournants.

a) *Appareils de voie proprement dits.* — Les seuls appareils qui soient franchis sans ralentissement sont les changements, croisements et traversées. Or, ces appareils se rencontrent nécessairement dans les bifurcations à double voie.

Leur examen est donc mieux placé à la question III, qui s'occupe de la suppression du ralentissement aux bifurcations.

Je désire, toutefois, présenter ici une observation générale.

Toutes les compagnies interrogées ont déclaré qu'elles étaient satisfaites de leurs appareils et qu'ils étaient les mêmes sur les lignes à circulation rapide que sur les lignes ordinaires.

On est cependant obligé de constater que si l'on franchit les appareils sans ralentissement, on éprouve souvent des chocs d'intensité très différente en passant d'un réseau sur un autre.

Il est constant que, dans son ensemble, le meilleur résultat est obtenu en Angleterre. La traversée à toute vitesse, sans oscillation, sans choc, de gares immenses, encombrées d'appareils et de voies d'évitement, est certainement un des faits qui frappent le plus l'ingénieur qui voyage pour la première fois dans ce pays. Comme nous l'avons expliqué dans notre exposé, la première cause tient à la constitution même de la voie courante et la seconde a une organisation spéciale de la fabrication des appareils.

Le rail à double champignon dissymétrique, pesant de 40 à 45 kilogrammes par mètre courant (81 à 91 livres par yard), se prête très aisément par sa forme et sa grande résistance à la confection des aiguilles, pointes de cœur et de traversées, pattes de lièvre.

D'autre part, l'emploi de sapin de fort équarrissage pour les traverses conduisait

à mettre dans les appareils des pièces de bois très larges, très longues et parfaitement dressées.

Enfin, chaque grand réseau possède un service d'ingénieur avec bureau et ateliers, uniquement chargé de l'étude, de la fabrication et du montage des appareils de voie.

En somme, on peut dire qu'il est admis à peu près généralement que les appareils de voie complétés par un verrou aux aiguilles en pointe ne constituent pas en eux-mêmes des points faibles de la voie et sont franchis sans ralentissement partout où le permet la sécurité de la circulation, sur les voies qu'ils réunissent.

b) *Ponts tournants.* — Par la raison qu'ils sont plus rares, les *ponts tournants* offrent un intérêt moindre.

Deux compagnies ont fait connaître qu'elles admettaient le passage en vitesse sur leurs ponts tournants : c'est le « Pennsylvania Railroad » (appareils Hackensack) et le Nord français (appareils Forest).

Nous n'avons reçu aucun renseignement sur les appareils Hackensack.

L'appareil Forest comprend : des appareils de calage et signaux enclenchés avec un retardateur qui oblige le gardien du pont à laisser s'écouler un certain temps entre la fermeture des signaux et l'ouverture du pont.

L'État belge a employé, au pont de Duffel, un système imaginé par M. Bruneel, où se trouvent les mêmes combinaisons de calage, de signaux et de retardateur; néanmoins, on n'y a pas supprimé le ralentissement.

Nous trouvons-là un nouvel exemple de ce que nous disions en commençant, à savoir qu'avec des appareils similaires, une compagnie supprime le ralentissement et l'autre le maintient.

3° Points spéciaux de la circulation.

a) *Passages à niveau.* — D'une façon générale, sauf sur les chemins de fer hollandais où la loi impose une réduction de vitesse, le passage à niveau n'est jamais l'occasion d'un ralentissement pour les trains rapides par le fait seul qu'ils sont rapides. A certains passages à niveau, mal disposés, on impose bien un ralentissement, mais ce ralentissement est alors commun à tous les trains, rapides ou non.

b) *Gares de passage.* — J'aborde avec hésitation cette partie du rapport, car les gares et les stations ne sont pas désignées comme points spéciaux dans le libellé de la question II.

Ce côté de la question intéresse plus l'exploitation que la voie et son étude devrait relever de la 3e section du Congrès.

Je crois utile cependant d'en dire ici quelques mots.

Pour les gares de passage, nous devons examiner successivement : 1° les petites stations en double voie; 2° les petites stations en voie unique; et 3° les gares importantes en simple ou en double voie.

1. *Petites stations en double voie.* — On peut dire qu'en général les stations en

double voie sont traversées sans ralentissement, à condition que les trains ne trouvent sur la voie principale que des aiguilles en talon.

On sacrifie le tracé des voies secondaires à celui des voies principales qui sont disposées en plan et en profil comme en pleine voie.

2. *Petites stations en voie unique.* — La traversée sans ralentissement d'une station à voie unique présente un grand intérêt.

Les stations ne sont distantes que de 6, 7 ou 8 kilomètres, et il est clair qu'on ne peut obtenir une vitesse commerciale notable sur une ligne à voie unique qu'à la condition de supprimer le ralentissement au passage des stations. Ce passage, sans ralentissement, est d'ailleurs admis par de nombreuses compagnies.

Les solutions adoptées varient d'une compagnie à une autre. On peut dire que partout, cependant, on s'applique à exploiter au moyen de la voie directe, c'est-à-dire que les trains qui ne s'arrêtent pas suivent toujours la même voie, qui est établie au point de vue des courbes et du dévers, comme elle le serait en pleine voie. La voie d'évitement a, par suite, son tracé sacrifié à celui de la voie principale.

En dehors de cette règle, les compagnies emploient les moyens les plus variés pour augmenter la sécurité au passage des stations franchies sans ralentissement.

Certaines compagnies ajoutent des verrous aux aiguilles prises en pointe et ces verrous sont manœuvrés à pied d'œuvre ou à distance.

Des compagnies, en Suisse et en Autriche, font placer au centre des stations des leviers pour la manœuvre des aiguilles, que l'on est obligé, dans ce cas, d'enclencher avec les signaux.

J'ai considéré, tout à l'heure, le passage d'un train rapide dans une station à voie unique, alors qu'il n'y croise pas d'autre train. Peu de compagnies admettent qu'un train rapide puisse croiser sans ralentissement dans une station à voie unique un autre train préalablement garé. Le plus souvent même, les trains rapides s'arrêtent pour croiser ou dépasser un autre train.

Les chemins de fer de l'État danois signalent que les trains rapides peuvent croiser sans arrêt un train préalablement garé, mais à condition de ralentir à la traversée de la station.

Sur le Nord français, un train rapide ne peut traverser sans ralentissement une station en voie unique, que si le train qu'il croise va dans le même sens. Pour un croisement proprement dit, l'arrêt est de rigueur.

Enfin, la Compagnie du Midi français admet qu'un train rapide peut croiser sans ralentissement un train préalablement garé de même sens ou de sens contraire. Elle l'admet sans s'astreindre à verrouiller les aiguilles prises en pointe et sans enclencher les signaux aux aiguilles.

3. *Gares importantes.* — Pour les gares importantes, il est impossible de formuler une règle quelconque. On doit se borner à constater que sur la plupart des réseaux continentaux, on impose le ralentissement à la traversée des gares de quelque importance. Il y a toutefois des exceptions, mais alors les conditions à remplir pour

supprimer le ralentissement des trains rapides sont d'une complexité qui défie toute application de règles absolues.

On doit admettre, toutefois, en principe, que les voies destinées au passage des express doivent être tracées et posées comme en pleine voie et qu'on doit y éviter les appareils de voie ainsi que les signaux trop multipliés.

c) *Embranchements industriels.* — Quand l'embranchement est établi sur une ligne à double voie, on a soin de disposer des aiguilles en talon avec entrée ou sortie par rebroussement et on peut alors franchir l'embranchement sans ralentissement.

En voie unique, on ne peut pas éviter l'aiguille en pointe, et on la verrouille.

Quelques compagnies cependant imposent le ralentissement au passage de ces aiguilles même verrouillées.

En résumé, le ralentissement aux points spéciaux de la voie n'est jamais la conséquence de l'insuffisance des appareils dont on peut disposer : le régime adopté sur chaque ligne dépend surtout des règlements administratifs, des errements de l'Administration exploitante et des nécessités du trafic.

C'est ainsi que le Nord français, en n'employant que des dispositions connues, supprime le ralentissement à tous les appareils de voie, y compris les ponts tournants et au passage des stations en voie unique, alors même que le train rapide y dépasse un train lent; tandis que sur les lignes hollandaises, dont le tracé est aussi favorable que celui du Nord français, dont la voie est aussi robuste, dont les appareils de sécurité présentent autant de garantie, la loi impose de ralentir dans les courbes de rayon inférieur à 1,000 mètres, dans les pentes supérieures à 5 millimètres, aux passages à niveau, aux ponts tournants, aux aiguilles abordées par la pointe et aux traversées de voie.

Il est dès lors assez difficile de trouver des conclusions qui ne soient pas dignes de M. de la Palisse. On arrive à la vérité en matière de chemins de fer par tant de moyens différents, qu'il n'est pas possible de dire qu'un seul est bon.

Voici la rédaction que je propose :

« Les pentes et les courbes exceptionnelles, quand elles sont franchies sans ralen-
« tissement, ne reçoivent pas de renforcement spécial.

« La plupart des Administrations acceptent le passage en vitesse des trains rapides
« aux appareils de voie, aux passages à niveau, aux embranchements particuliers
« et aux stations en double voie, sans recourir à d'autres procédés que ceux qu'on
« emploie avec les trains ordinaires.

« La traversée sans ralentissement des stations en voie unique est admise sur un
« assez grand nombre de lignes : les solutions très variées qui sont adoptées dans ce
« but dépendent essentiellement des règlements d'exploitation propres à chaque
« Administration et on trouve, pour les mettre en application, de nombreuses
« dispositions techniques également satisfaisantes.

« Le passage en vitesse sur les ponts tournants est accepté par quelques Adminis-
« trations. » (*Applaudissements.*)

Mr. le Président. — Messieurs, je crois inutile d'ouvrir une discussion générale; la section pourrait immédiatement aborder l'examen des conclusions de l'honorable rapporteur.

Mr. Bruneel, Ch. de f. de l'État belge. — Je suis, sinon le père, du moins le père adoptif de la question sur laquelle Mr. Sabouret vient de nous faire rapport. Celle-ci était déjà au programme de la session de Saint-Pétersbourg et a fait alors l'objet d'un exposé du regretté sir George Findlay. Mais, ainsi que je l'ai signalé alors, la question traitée par lui n'était pas tout à fait celle qui avait été posée, la différence tenant vraisemblablement à une erreur dans la traduction du libellé de la question.

La question, telle qu'elle avait été formulée par la commission internationale du Congrès, offrant à mes yeux un haut intérêt, notamment pour l'Etat belge, j'ai exprimé le désir, qui a été accueilli, qu'elle fût portée à nouveau au programme de la présente session.

Vous m'excuserez donc de défendre quelque peu cet enfant que j'ai adopté.

Permettez-moi de vous exposer rapidement combien la question qui nous occupe offre d'intérêt immédiat pour certaines Administrations de chemins de fer, contrairement à ce que pense l'honorable rapporteur.

En Belgique, il existe sur les lignes de l'État un nombre assez grand, trop grand même, de points de ralentissement obligé. Or, la question de l'augmentation de la vitesse des trains y est, depuis quelques années, à l'ordre du jour d'une façon tout à fait pressante, et la solution en est poursuivie activement. La Belgique se trouve, en effet, à l'intersection de plusieurs grandes routes internationales et, à raison de la concurrence, l'augmentation de la vitesse des trains s'y impose peut-être même plus impérieusement que sur la plupart des autres réseaux du continent.

Mais les causes de ralentissement y sont aujourd'hui encore nombreuses et influencent de façon déplorable la marche des grands express.

Je citerai tout d'abord les aiguilles abordées par la pointe. L'honorable rapporteur nous a déclaré que partout le ralentissement est supprimé aux aiguilles abordées par la pointe lorsque la voie parcourue par le train est en ligne droite ou en courbe de grand rayon.

Mr. Sabouret aurait dû dire : « Presque partout »; car l'État belge fait exception à cette règle. Même sur nos lignes internationales, les trains abordant les aiguilles par la pointe dans les stations ou aux bifurcations doivent ralentir à la vitesse de 40 kilomètres à l'heure. Il n'est fait exception à cette prescription que pour les trains royaux, les trains internationaux et quelques rares express du service intérieur qui peuvent aborder les aiguilles par la pointe à la vitesse de 60 kilomètres à l'heure, lorsque la voie parcourue est en ligne droite ou en courbe d'un rayon d'au moins 2,000 mètres. En aucun cas, une vitesse supérieure à celle de 60 kilomètres n'est tolérée.

J'ajoute que ces prescriptions s'appliquent non seulement aux trains qui abordent les aiguilles par la pointe, mais encore à ceux qui les prennent par le talon.

Y a-t-il des raisons majeures pour imposer de tels ralentissements, ou convient-il de s'inspirer de l'exemple que nous donnent maintes compagnies? C'est un premier point qui mérite examen.

Les ponts tournants sont une autre cause de ralentissement. Il n'en existe, à ma connaissance, qu'un seul en Angleterre, et je crois qu'en France aussi ils sont des plus rares.

En Belgique, au contraire, dans la partie basse du pays, il en existe plusieurs, même sur les lignes internationales les plus importantes. C'est ainsi que sur la ligne de Bruxelles à Ostende, il en existe encore cinq dont quelques-uns cependant disparaîtront bientôt; sur celle de Bruxelles à la frontière néerlandaise par Anvers, trois; sur celle de Bruxelles à la frontière allemande par Liége, on en compte encore un, établi au-dessus d'un canal maritime.

Il va de soi que le ralentissement à la vitesse de 40 kilomètres imposé au passage de tels ponts à tous les trains, même aux plus rapides, constitue pour les relations internationales une entrave qu'il est vivement désirable de supprimer.

La question présente donc encore un intérêt tout spécial pour notre réseau de l'État belge et je serais vivement obligé à mes collègues des Pays-Bas et à ceux d'autres pays qui seraient encore affligés d'une série de ponts tournants sur leurs réseaux, s'ils voulaient bien nous dire si le ralentissement est prescrit en ces points et, dans la négative, quels sont les dispositifs adoptés pour la construction de ces ouvrages d'art en vue d'éviter le ralentissement.

Mr. Werchovsky, Ministère des voies de communication, Russie. — Il me semble qu'il y a dans le rapport de l'honorable Mr. Sabouret une contradiction. A la page 4, je lis :

Une conclusion très nette ressort d'ailleurs des réponses reçues : le ralentissement aux points spéciaux n'est pour ainsi dire jamais imposé par le défaut de résistance de ces points ou par l'insuffisance des systèmes de signaux.

Il semble donc que le ralentissement se fait plutôt par timidité que pour satisfaire à des exigences d'ordre technique.

A la page 17, nous trouvons :

En résumé, le ralentissement aux points spéciaux n'est jamais la conséquence de l'insuffisance des appareils *dont on peut disposer*.

La question est donc celle-ci : Peut-on admettre le ralentissement avec les appareils *dont on dispose?* Je crois que l'on peut prétendre, sans crainte d'être contredit, que lorsque la voie est forte, les trains, munis de freins continus, peuvent descendre les pentes avec une grande vitesse et sans ralentissement.

Ils peuvent, d'autre part, passer sans ralentissement les courbes même très raides, lorsque les attaches de la voie sont fortes, lorsque les traverses sont de grandes dimensions, lorsque le ballast ne laisse rien à désirer.

En un mot, quand la voie est parfaite, on peut franchir les points spéciaux sans ralentir. Mais faut-il aller jusqu'à dire que le ralentissement se fait uniquement par

timidité et non pas pour satisfaire à des conditions d'ordre technique? Je ne le crois pas. — Lorsque la voie est composée de rails de 28 à 30 kilogrammes...

Mr. **Sabouret**, *rapporteur*. — Ce n'est pas une voie pour trains rapides cela!

Mr. **Werchovsky**. — Lorsque le ballast est mal établi, il est certain que l'on ne peut songer à descendre des pentes fortes sans certain danger, même avec des petites vitesses.

Lorque la pente est longue, si le train n'est pas muni de freins continus, il peut arriver à acquérir à l'extrémité de la pente une vitesse qui offre des dangers.

Donc, pour franchir en vitesse les points spéciaux de la voie, il faut que celle-ci, de même que le matériel roulant, réponde à toutes les conditions techniques.

Mr. **Michel**, Ch. de f. de Paris-Lyon-Méditerranée, réseau algérien. — Je désire répondre à la question posée par Mr. Bruneel.

Notre compagnie a des trains de grande vitesse, mais elle est encore très timorée dans ses règlements : c'est ainsi qu'elle prescrit, comme en Belgique, le ralentissement à 40 kilomètres sur les bifurcations.

Il n'y a pas bien longtemps que le règlement y prescrivait le ralentissement à 20 kilomètres; toutefois, dans la traversée des gares, on peut franchir en vitesse les aiguilles prises en talon.

Je pense, quant à moi, que l'on pourrait aller encore plus loin.

Il n'est pas inutile de se rappeler que l'arrêt complet était, à l'origine, exigé aux bifurcations.

Après avoir admis successivement 20, puis 30 kilomètres, espérons que d'ici à quelque temps, on permettra de rouler à la vitesse de 60 kilomètres et même plus.

La question des ponts tournants, soulevée par Mr. Bruneel, nous intéresse également.

En Angleterre, il n'y a, à ma connaissance, qu'un seul pont tournant : c'est celui situé près de York.

Depuis sept à huit ans, les express le franchissent en vitesse. Je serais heureux d'obtenir, des ingénieurs de la compagnie qui exploite le chemin de fer dont il s'agit, quelques renseignements sur le point particulier que voici :

L'existence d'un pont tournant implique nécessairement une lacune aux deux extrémités.

Comment se comportent ces extrémités, quand on les franchit à toute vitesse, étant donné que le rail employé est le rail de 18 mètres (60 pieds), qui exige 1 centimètre ($^3/_8$ pouce) de lacune aux joints?

Comment, d'autre part, se comporte le matériel?

Mr. **Berkley Wise**, Belfast and Northern Counties Ry. (En anglais.) — Je pense que je puis répondre à la question, non pas en ce qui concerne le « Great Northern », mais pour le « Belfast and Northern Counties Railway », dans le nord de l'Irlande, auquel j'appartiens. Nous avons un pont tournant placé sur une rivière dont le trafic

est très faible. On doit enlever les éclisses des rails à chaque passage de bateau. Les éclisses sont d'un modèle spécial qui s'ajuste très rapidement, et on les détache du pont chaque fois qu'il est nécessaire. Il n'y a aucun ralentissement à cause du pont et il y passe 14 trains par jour; il y a, il est vrai, une courbe assez raide qui aboutit au pont et sur laquelle on est obligé de ralentir.

Il n'y a aucun dispositif spécial de réunion des rails et l'on ouvre le pont deux fois par jour. Il va de soi que le pont est enclenché avec les signaux qui le protègent de chaque côté.

Il y a un autre pont dont le rapporteur a parlé et dont je voudrais dire un mot. A la page 18, il est arrivé à cette conclusion que les courbes exceptionnelles, aux endroits où elles sont parcourues sans ralentissement, ne sont pas spécialement renforcées.

Je croyais que l'objet du rapport devait être précisément d'éviter le ralentissement sur les fortes courbes. Le rapporteur est arrivé à cette conclusion qu'on ne renforce pas les courbes parcourues sans ralentissement. Je pense qu'il se trompe. Il y a bien des cas, en Irlande et aussi en Angleterre, où l'on ralentit sur les fortes courbes. Eh bien, je croyais, je le répète, que le but du rapport était précisément de rechercher les moyens à mettre en œuvre pour permettre aux trains de parcourir les courbes raides sans ralentissement. Voilà quelle était, je le pensais, la question à discuter.

L'auteur du rapport dit que nous employons partout, en Grande-Bretagne, le rail à double champignon et que, sur les courbes de 12 chaînes de rayon (240 mètres) et moins, on emploie un contre-rail placé vers l'intérieur. Sur le chemin de fer auquel j'appartiens, il y a 100 milles (160 kilomètres) de rail à patin et 150 milles (240 kilomètres) de rail à coussinets. Avec ce dernier, rien n'est plus facile que de placer un contre-rail. On le maintient dans le même coussinet que le rail de la voie courante, coussinet qui a une forme spéciale. Mais la chose est plus difficile avec le rail Vignoles. Je ne vois cependant pas d'autre dispositif que l'on puisse adopter qu'un contre-rail pour assurer la sécurité dans les courbes raides. Les inconvénients signalés par Mr. Sabouret (chute dans l'intervalle de pierres ou d'autres objets durs pouvant occasionner un déraillement) ne sont pas à redouter, quand la voie est à double champignon; le ballast est alors si bas que rien ne peut rester dans l'espace entre les deux rails. Si une pierre s'y glissait, la roue même l'en ferait sortir. Avec un rail à patin, il semble qu'il y ait quelque danger et cependant nous avons des centaines de courbes armées de contre-rails dans ces conditions et nous n'avons jamais eu le moindre inconvénient. Je ne pense pas d'ailleurs qu'il y ait un autre moyen d'arriver à augmenter la vitesse sur les fortes courbes. D'ailleurs, en pratique, les règlements du « Board of Trade » obligent de mettre un contre-rail dans toutes les courbes d'un rayon de 10 chaînes (200 mètres) et moins.

Je signale également à ce propos un autre point intéressant, en Angleterre, dont parle le rapporteur : c'est celui des points de croisement des lignes à voie unique. Il suggère ou il constate que, sur le continent comme en Amérique, les trains express

doivent traverser les stations sur la voie droite, tandis que le train qui fait arrêt va sur la voie déviée. Il y a un grand nombre d'avantages à cela, mais malheureusement, dans ce pays, nous sommes obligés de laisser chaque train prendre la gauche. Le train allant dans une direction doit alors toujours prendre la voie de gauche et donner la droite au train opposé. Il faut alors toujours, dans chaque direction, dévier de la voie droite et passer sur une aiguille en pointe. Sur le chemin de fer auquel j'appartiens, nous avons augmenté dernièrement la vitesse des trains et nous avons été obligés de modifier un grand nombre de nos points de croisement, pour permettre aux trains de passer en pleine vitesse, c'est-à-dire à 40 milles (64 kilomètres) à l'heure. Nous avons modifié nos gares de telle sorte que le train qui s'en approche aborde sans déviation l'aiguille en pointe. La courbe qui doit provenir du garage est reportée à l'autre extrémité de la gare.

Mr. Bruneel. — Si j'ai bien compris, Mr. Berkley Wise a dit que les trains, en entrant en gare sur les lignes à voie unique, prennent toujours la voie de gauche dans la partie où la voie principale se dédouble.

Mr. De Busschere, Ch. de f. de l'État belge. — Oui, c'est bien ce que Mr. Berkley Wise a dit, mais il a dit également que la disposition des contre-pointes est telle que les trains les abordent en ligne droite. Dans ce but, on a fait dévier la voie principale unique, soit à la sortie de la gare, soit avant l'entrée.

Mr. Sabouret, *rapporteur.* — L'entrée est directe, mais la sortie est sacrifiée.

Mr. le Président. — Mr. le Rapporteur nous a dit que dans les stations à double voie le règlement ne prescrit pas le ralentissement; cela n'est pas exact, puisque, en Belgique, le règlement l'ordonne formellement. Il en est de même en Autriche, tout au moins à la compagnie à laquelle j'appartiens. Je ne crois pas que la section puisse accepter la conclusion telle qu'elle est rédigée.

Mr. Sabouret. — Mes conclusions ne disent pas que toutes les Administrations suppriment le ralentissement, mais que la plupart des Administrations le suppriment.

Mr. le Président. — J'ai suivi avec attention le résumé du rapport de Mr. Sabouret. J'ai conservé l'impression que ce rapport est conçu plutôt au point de vue de l'exploitation qu'au point de vue de la construction de la voie. Il ne dit pas, en effet, ce que nous devons faire quand des règlements sont en vigueur.

Mr. Michel. — Il résulte du rapport de Mr. Sabouret que, dans l'état actuel de l'exploitation, aussi bien en Angleterre que sur le continent, il existe des signaux enclenchés sur tous les points dangereux de la voie. Il s'agit de savoir si, moyennant ces enclenchements, on peut passer en vitesse.

Je vous parlais tout à l'heure des modifications successives qui ont été apportées au règlement de la Compagnie de Paris-Lyon-Méditerranée. Ces réformes ont été très facilement réalisées, car nos voies sont pourvues de tous les enclenchements dési-

rables. Il a donc suffi de mettre dans le règlement *40 kilomètres* au lieu de *20 kilomètres*, comme il suffira de mettre *60 kilomètres* au lieu de *40 kilomètres* lorsque nous pourrons accélérer la vitesse; il n'y aura aucun changement à effectuer à la voie.

Mr. Sabouret. — Cependant, je constate que certaines compagnies ont supprimé le ralentissement sur les aiguilles prises en pointe, sans enclenchement.

Mr. le Président. — C'est une question d'exploitation.

Mr. Bruneel. — A ces aiguilles non manœuvrées par un appareil d'enclenchement, y a-t-il un verrouillage?

Mr. Sabouret. — La Compagnie du Midi français, qui supprime le ralentissement, se contente de cadenasser l'aiguille. J'ajouterai qu'elle permet même que dans les stations à voie unique on croise sans ralentir, dans le même sens ou dans le sens contraire, un train préalablement garé et cela sans verrouillage de l'aiguille.

Mr. Dufaux, Ch. de f. de l'Est français. — A la Compagnie des chemins de l'Est, on franchit les bifurcations avec un ralentissement de 40 kilomètres à l'heure pour les trains de voyageurs et de 15 kilomètres pour les trains de marchandises, mais les disques sont normalement effacés.

Nous venons de modifier les enclenchements des bifurcations de façon à rendre les disques normalement fermés, et maintenant, on franchira toutes les bifurcations enclenchées sans ralentissement, excepté sur les branches en déviation, pour lesquelles un signal rond de ralentissement indique aux mécaniciens qu'ils doivent passer à une vitesse réduite de 30 kilomètres pour les trains de voyageurs et de 15 kilomètres pour les trains de marchandises.

Ce nouveau régime des bifurcations enclenchées a conduit à faire annoncer aux aiguilleurs de bifurcations l'arrivée de tous les trains pour que, si rien ne s'y oppose, les signaux soient effacés de façon à ne pas retarder leur marche.

Mr. d'Abramson, Ch. de f. de l'État russe. — Je prie l'honorable rapporteur de vouloir bien me dire si l'on connaît des exemples de trains rapides passant sans ralentissement sur les aiguilles prises en pointe et qui ne sont ni verrouillées ni cadenassées.

Mr. Sabouret. — On ne m'en a pas cité d'exemple.

Mr. Bruneel. — Avant de terminer cette discussion, il serait hautement intéressant que l'un de nos collègues américains voulût bien nous donner quelques renseignements sur la façon dont sont résolus chez eux les points spéciaux qui viennent d'être traités.

Mr. le Président. — Une démarche sera faite dans ce sens.

— La séance est levée à 4 heures et demie.

Séance du 3 juillet 1895, à 10 heures.

Mr. Bruneel. — Je me permettrai de renouveler la demande que j'ai faite hier pour obtenir d'un de nos collègues d'Amérique quelques rénseignements sur les dispositifs adoptés chez eux pour la construction et le mode de calage des ponts tournants, de manière à éviter le ralentissement des trains au passage de ces ouvrages d'art.

Mr. F. S. Curtis, New York, New Haven and Hartford Ry. (En anglais.) — Les ponts tournants, fréquents sur les lignes de ma Compagnie, sont construits de façon à ne pas réduire la vitesse des trains. Toutefois, les règlements ne permettent pas d'y dépasser la vitesse de 25 à 30 milles (40 à 48 kilomètres) à l'heure.

Mr. Robinson, *secrétaire-rapporteur.* (En anglais.) — Est-ce la pratique générale?

Mr. F. S. Curtis. (En anglais.) — C'est la pratique générale, mais dans certains cas spéciaux et seulement quand les ponts sont très courts, une vitesse plus grande est permise. Mais la règle générale, je le répète, est de ne pas dépasser 25 à 30 milles (40 à 48 kilomètres) à l'heure.

Mr. le Président. (En anglais.) — Quelles sont les conditions de vitesse quand le pont tournant est ouvert?

Mr. F. S. Curtis. (En anglais.) — Le train ne peut arriver devant le pont ouvert ou sur le point de s'ouvrir à moins que le mécanicien ignore les signaux. Même en méconnaissant les signaux, on ne peut franchir l'ouverture quand le pont est ouvert ou sur le point de s'ouvrir, car il est enclenché avec des signaux mis en relation avec des voies spéciales de sécurité qui dirigent le train sur une couche de sable où sa vitesse est amortie.

De cette manière, toute tentative de passer le pont quand les voies de sécurité sont ouvertes aurait pour résultat de faire dérailler le train.

Mr. le Président. — Voudriez-vous avoir l'obligeance de faire un croquis.

Mr. F. S. Curtis. (En anglais.) — Voici. Ceci représente le rail de la voie principale et ceci l'aiguille de déraillement qui n'existe que sur l'un des rails. Ceci représente le pont tournant. L'appareil de manœuvre du pont est enclenché, de sorte qu'il ne peut être mis en œuvre avant d'avoir ouvert l'aiguille de déraillement. Le train qui méconnaîtrait les signaux quand le pont est ouvert serait donc dirigé sur le ballast par l'aiguille de déraillement et ne pourrait arriver dans l'espace laissé libre par le pont. On pense généralement qu'un effet moral salutaire est produit sur les mécaniciens et les chauffeurs par l'existence des aiguilles de déraillement.

Mr. Demoulin, *secrétaire-rapporteur.* (En anglais.) — Quelle est la distance entre ces deux points du croquis fait par Mr. F. S. Curtis?

Mr. F. S. Curtis. (En anglais.) — Vous parlez de la distance de l'aiguille de déraillement au pont? Elle n'est pas fixe, mais elle est généralement de 200 à 300 pieds anglais (60 à 90 mètres).

Mr. Demoulin. (En anglais.) — Les trains sortent des rails.

Mr. F. S. Curtis. (En anglais.) — Si le train déraille, il entre dans le ballast de la plate-forme élargie. On y place généralement un monticule de sable, de telle manière que le train ne pourrait pas aller plus loin que de 20 à 30 pieds anglais (6^m10 à 9^m15), même s'il marchait à plus de 25 à 30 milles (40 à 48 kilomètres) à l'heure. Le ballast étant de sable, les roues s'y enfonceraient, ce qui empêcherait le train de s'avancer davantage.

Mr. Bruneel. — L'un de nos collègues ne pourrait-il pas décrire en quelques mots l'appareil du système Hackensack employé par la « Pennsylvania Railroad » et nous dire les résultats obtenus par son emploi, ou nous signaler une publication où ces renseignements sont relatés?

Mr. le Président. — Le chemin de fer de Pennsylvania n'est pas représenté dans la salle en ce moment.

Si vous le désirez, on pourrait ajouter qu'il est d'usage de ralentir la marche du train au passage des ponts tournants.

Mr. Sabouret, *rapporteur.* — Cependant, la Compagnie du Pennsylvania a répondu qu'elle supprimait le ralentissement.

Je crois que la formule qui consiste à dire que « le passage en vitesse est accepté par quelques Administrations » rend parfaitement la situation.

Les renseignements qui ont été donnés hier au sujet de l'emploi du contre-rail démontrent qu'il est d'un usage plus général en Angleterre que je ne l'avais supposé.

Je propose, dès lors, de faire suivre le premier paragraphe de mes conclusions d'une phrase conçue en ces termes :

« Toutefois, en Angleterre, on ajoute fréquemment un contre-rail à la file intérieure des courbes très raides. »

Il faudra pour le même motif dire que « les pentes, etc., ne reçoivent pas, *en général*, de renforcement spécial ».

Je propose d'ajouter au second alinéa après les mots : « La plupart des Administrations... », la restriction : *en Angleterre et en France principalement.*

Il résulte, en effet, des renseignements qui ont été donnés qu'en Belgique et en Autriche, le ralentissement est presque régulier.

— Les conclusions ainsi modifiées sont mises aux voix et adoptées.

DISCUSSION EN SÉANCE PLÉNIÈRE

Séance du 5 juillet 1895, à 2 heures.

PRÉSIDENCE DE LORD STALBRIDGE

Mr. le Président. — La parole est à Mr. Richard Jeitteles, président de la 1re section, pour donner lecture du texte français du rapport de section; Mr. Leslie Robinson, secrétaire-rapporteur, donnera ensuite lecture de la traduction anglaise.

Mr. Jeitteles. —

Rapport de la 1re section.

« Le rapporteur a exposé comment, dans le questionnaire adressé aux Compagnies adhérentes, il avait cru devoir définir tout d'abord le cadre de son étude, en admettant que la question visait uniquement les grandes lignes parcourues chaque jour par plusieurs trains d'une vitesse de marche égale ou supérieure à 70 kilomètres (43 1/2 milles), qu'il fallait considérer seulement les courbes et pentes exceptionnelles ayant reçu une consolidation locale, de manière à pouvoir être franchies sans ralentissement, et enfin, en ce qui concerne les points spéciaux (tels que traversées de voies et petites stations sur lignes à simple voie), protégés par des règlements administratifs, en se bornant à la partie des règlements ayant pour but spécial de supprimer le ralentissement des trains rapides.

Mr. L. Robinson. —

« The reporter first proceeded to call attention to the observations which preceded the detailed list of questions which he submitted to the Companies affiliated to the Congress, and he defined at the outset the limits within which he was obliged to confine his investigations. He took it as agreed that Question II refers solely to the trunk lines which are passed over by frequent trains at a speed of at least 43 1/2 miles (70 kilometres) an hour, and that he would only consider exceptional curves and gradients for which the line has received a local strengthening so as to be capable of being passed over without slackening speed. As far as the places requiring special attention are concerned, which are protected by administrative regulations, such as crossings and small stations on single lines, he limits his attention to that portion of the regulations the special object of which is to avoid the necessity of express trains slackening speed.

« Des réponses reçues, le rapporteur a dégagé cette conclusion, qui lui est apparue très nette : le ralentissement aux points spéciaux n'est, pour ainsi dire, jamais imposé par le défaut de résistance de ces points ou par l'insuffisance des systèmes de signaux. Les procédés auxquels on recourt pour éviter le ralentissement ne sont ni bien nouveaux, ni bien intéressants. Les considérations d'ordre commercial et même d'ordre moral se trouvent avoir dans la question une bien autre importance que les considérations d'ordre technique.

« Laissant de côté les bifurcations qui font l'objet de la question III, le rapporteur a étudié successivement :

« 1° Les points spéciaux du tracé (pentes et courbes exceptionnelles);

« 2° Les points spéciaux de la voie (appareils de voie, aiguilles, croisements et traversées, ponts tournants);

« 3° Les points spéciaux de la circulation (passages à niveau, gares et stations, embranchements en pleine voie).

« En ce qui concerne les points spéciaux du tracé, Mr. Sabouret déclare que dans aucun cas on ne renforce la voie dans les pentes ni dans les rampes exceptionnelles dans le seul but de supprimer le ralentissement des trains.

« La courbure étant une cause marquée d'affaiblissement de la voie lorsque le rayon descend au-dessous d'une certaine valeur variable, dépendant de la constitution de la voie, de la vitesse et de la charge des trains, et surtout de la souplesse et de la stabilité des machines, on renforce souvent la voie dans les courbes, en augmentant le nombre des traverses, en employant des selles, des tire-fonds ou des crampons plus nombreux et plus forts avec la voie Vignoles, des coussinets plus lourds avec la voie à coussinets.

« Deux dispositions seulement, vraiment

« A very clear conclusion seems to have been arrived at from the replies received. The slackening at special points is practically never caused by the weakness of these points, or by the insufficiency of signals. The methods which are applied in order to avoid slackening are neither very new nor very interesting. Considerations of a commercial nature, and even of a moral order, are found to have in the question much greater importance than considerations of a technical nature.

« Leaving aside junctions, dealt with in Question III, the reporter has investigated the following points : —

« 1st Special points in the profile of the road — that is to say, exceptional gradients and curves;

« 2nd Special points in the permanent way — that is to say, switches, rail-crossings, and swing bridges;

« 3rd Special traffic points — that is to say, level crossings, stations and station-yards, and junctions with private sidings.

« As regards the special points in the profile of the road, the reporter said that the permanent way is never strengthened in exceptional gradients for the sole purpose of abolishing the necessity to slacken speed.

« Curvature, on the contrary, becomes a marked cause of weakness as soon as the radius descends below a certain value; but this critical limit is essentially variable, and depends on the nature of the line, on the speed and weight of the trains, and, above all, on the flexibility and stability of the locomotives. The permanent way is often strengthened in curves by increasing the number of sleepers, making use of saddle plates, more and larger screw-spikes or treenails in the case of Vignoles road, and using heavier chairs on chair road.

« Only two devices really special to curves

spéciales aux courbes exceptionnelles, ont été signalées au rapporteur : l'admission d'un contre-rail et la liaison de deux voies parallèles.

« Le contre-rail placé le long de la file intérieure augmente la rigidité transversale de la voie et protège la file extérieure contre les efforts de renversement. Il a été établi par les déclarations faites en section lors de la discussion du rapport et reconnu dans les tournées faites depuis l'ouverture de la session, que l'emploi des contre-rails est très développé sur les voies anglaises, pour faciliter le passage des courbes; nous ajouterons qu'on aurait pu, sans doute, constater que la voie anglaise laisse moins de jeu aux véhicules que les voies continentales.

« Mr. Sabouret avait fait une objection à l'emploi des contre-rails, à savoir que l'ornière dans laquelle peuvent se coincer des pierres dures ou des objets tombés des trains, pourrait augmenter, plus qu'elle ne les diminuerait, les chances de déraillement. D'après les déclarations faites à la section, cette objection du rapporteur ne serait pas fondée au moins pour la voie à double champignon généralement usitée sur les lignes anglaises de grande vitesse, les objets tombés dans l'ornière du rail et du contre-rail descendant facilement au niveau du ballast.

« En ce qui concerne les points spéciaux de la voie, le rapporteur a signalé, — ce qui a pu être reconnu par nombre de membres de la 1re section et du Congrès dans les tournées déjà faites, — les conditions spécialement bonnes de l'Angleterre où l'on traverse à toute vitesse sans oscillation, sans choc, des gares immenses, encombrées d'appareils et de voies. Ce résultat satisfaisant peut être attribué à deux causes : l'une tenant à la constitution de la voie en rails à double champignon dissymétrique de fort poids, la seconde à une organisation spéciale de la fabrication des appareils.

« Sur la question du passage des ponts tournants, qui présente un grand intérêt pour

have been pointed out, — the addition of a guard rail, and the connection of two parallel roads.

« The guard rail placed along the inner rail increases the transverse rigidity of the line and protects the outer rail against the tendency to tilting.

« From the statements made by the English members while discussing the paper, whose truth we have been able to see for ourselves in our recent excursions, it appears that guard rails are extensively used on English lines to improve the running over curves. It may be added that we have also seen that the English road allows less play to the wheels than the continental lines.

« Mr. Sabouret objected to the use of guard rails that the groove between the rails, in which hard stones or objects fallen from the trains may become wedged, might increase rather than diminish the chances of derailment. Statements made to the section show that this objection has no weight as regards the double-headed rail used on English lines, as the objects that get between the rail and the guard rail have very little chance of being wedged, but fall through to the ballast.

« As regards the special points of the permanent way, the reporter has remarked that excellent results are obtained in England, where passing through large stations over a maze of crossings and points at full speed without shock is certainly one of the facts which struck the engineers belonging to the 1st Section of the Congress when travelling over English lines. These satisfactory results seem to be due to the construction of the permanent way itself, which is composed of heavy bull-headed rails, and the special organisation for the manufacture of the crossings and similar appliances.

« As regards swing bridges, which are of special interest to such countries as Belgium,

certains pays, la Belgique notamment, le rapporteur n'a pu malheureusement obtenir des renseignements bien précis et complets.

« Au cours de la discussion, il a été signalé qu'en Amérique les ponts tournants sont construits de telle façon qu'il ne serait pas nécessaire de réduire la vitesse des trains à leur passage, mais on la réduit tout de même en pratique. En outre d'appareils d'enclenchement, on dispose souvent une voie de sécurité. Lorsque le pont est ouvert, celle-ci dirige le train sur une couche épaisse de sable fin où il amortit sa vitesse. Il y a lieu de penser que la voie de sécurité a surtout un effet moral sur les mécaniciens et chauffeurs qui peuvent conserver quelques craintes sur les risques d'un déraillement même préparé à l'avance.

« En ce qui concerne les points spéciaux de la circulation, passages à niveau, gares de passage, stations, embranchements, il s'agirait moins d'adopter des dispositions spéciales pour la constitution de la voie, que d'obtenir la réforme de règlements administratifs trop sévères dans certains pays du moins. Les exemples cités par Mr. Sabouret et divers membres de la section permettront peut-être aux ingénieurs intéressés d'obtenir le résultat qu'ils désirent.

« Les conclusions du rapport de Mr. Sabouret, légèrement modifiées par le rapporteur en vue de tenir compte des renseignements supplémentaires recueillis, soit au cours de tournées, soit lors de la discussion, ont été adoptées à l'unanimité par la section. »

the reporter was unfortunately not able to get together any definite or complete information.

« In America, we were told in the Section that the swing bridges are constructed so as to enable the trains to pass over them at full speed; but it appears that in practice they do slacken speed. These bridges are fitted with plungers and interlocking apparatus, but it is deemed expedient to place a « derailer » on the line at some distance from the bridge, with which it is connected and interlocked. If the bridge be open the point of the derailer is set in such a position that any train coming towards the bridge would run on to the ballast, which in those places is thick and sandy, so as to quickly check the speed. There is reason to think that the derailing switch has a good moral effect on the driver and fireman who know that they must run off the road if they pass their signals at danger.

« As regards special traffic points, such as level crossings, double and single lines stations, private sidings, it is admitted that the question is rather of an administrative than of a technical character. No special arrangements need be adopted, but the too rigid regulations and laws in force in some countries might with advantage be mitigated. The examples mentioned by Mr. Sabouret and other members of the section will perhaps help the engineers concerned to effect the result they desire.

« The conclusions drafted by the reporter, slightly modified to allow for further information obtained either during the discussions or on the excursions, have been unanimously adopted by the section. »

CONCLUSIONS.

« Les pentes et les courbes exceptionnelles, « quand elles sont franchies sans ralentissement, ne reçoivent pas, en général, de renforcement spécial. Toutefois, en Angleterre,

« Gradients and exceptional curves, where « they are run over without slackening, are « not specially strengthened. In England, « however, there is frequently added a guard

« on ajoute fréquemment un contre-rail à la « file intérieure des courbes très raides.

« La plupart des Administrations, en Angle- « terre et en France principalement, acceptent « le passage en vitesse des trains rapides aux « appareils de voie, aux passages à niveau, « aux embranchements particuliers et aux « stations en double voie, sans recourir à « d'autres procédés que ceux qu'on emploie « avec les trains ordinaires.

« La traversée sans ralentissement des « stations en voie unique est admise sur un « assez grand nombre de lignes : les solu- « tions très variées qui sont adoptées dans ce « but dépendent essentiellement des règle- « ments d'exploitation propres à chaque « Administration et on trouve, pour les mettre « en application, de nombreuses dispositions « techniques également satisfaisantes.

« Le passage en vitesse sur les ponts tour- « nants est accepté par quelques Administra- « tions. »

« rail on the inner side of very sharp curves.

« Most Administrations, chiefly in France « and England, allow express trains to pass « points and crossings, road crossings, pri- « vate sidings, and double-line stations at « full speed, without recourse to other means « than those which are used for ordinary « traffic.

« Passing through single-line stations « without slackening is allowed on a fairly « large number of lines; very various me- « thods are adopted; the matter is one « mainly of traffic regulation which each « Administration must settle for itself and « as far as the mechanical and engineering « appliances required to carry out the system « in force there are many, all equally satis- « factory.

« Some Administrations allow trains to « pass over swing bridges at full speed. »

— Ces conclusions sont ratifiées sans observation par l'assemblée plénière.

1re SECTION. — VOIES ET TRAVAUX

QUESTION III

BIFURCATIONS

Conditions les plus favorables de construction des bifurcations sur les voies des trains rapides en vue d'éviter absolument les ralentissements.

Meilleures dispositions à adopter pour les aiguilles et les traversées.

Moyens les plus efficaces de maintenir la vitesse des trains en supprimant la surélévation dans les courbes des bifurcations.

Rapporteur : Mr. Zanotta A., ingénieur, chef de section au service de l'entretien, surveillance et travaux du chemin de fer de la Méditerranée (Italie), à Milan.

QUESTION III

TABLE DES MATIÈRES

N. B. — Voir aussi le tiré à part (à couverture brune) nº 3.

EXPOSÉ

Par M. A. ZANOTTA

INGÉNIEUR, CHEF DE SECTION AU SERVICE DE L'ENTRETIEN, SURVEILLANCE ET TRAVAUX DU CHEMIN DE FER DE LA MÉDITERRANÉE (ITALIE)

Considérations générales.

Les exigences toujours croissantes du public, en ce qui concerne la rapidité des transports, et les difficultés de tout ordre qui s'opposent à l'augmentation de la vitesse maximum des trains rapides, aussitôt que cette vitesse a atteint une certaine limite correspondant aux conditions des lignes et du matériel roulant, obligent les Compagnies de chemins de fer à étudier les moyens de supprimer autant que possible les ralentissements de ces trains aux points spéciaux de la voie, afin d'en augmenter la vitesse moyenne.

Parmi ces points spéciaux, où bien souvent le passage à toute vitesse n'est pas admis pour les trains rapides, on doit compter les bifurcations.

Sur un réseau peu serré et à faible trafic, la perte de temps due à ce ralentissement n'a qu'une importance limitée. Mais plus le réseau est serré, plus les bifurcations sont nombreuses et plus elles sont gênantes pour l'exploitation, si elles ne peuvent être parcourues à toute vitesse.

*

Ajoutons que le ralentissement, tel que les règlements le prescrivent aujourd'hui sur la plupart des réseaux, n'est pas toujours observé par le mécanicien, surtout en cas de retard ou lorsque la bifurcation se trouve en pente. Il se peut encore que le mécanicien profite du surplus de temps qui lui est accordé, en vue du ralentissement à la bifurcation, pour réduire légèrement la vitesse sur un long parcours ou en quelque point spécial autre que la bifurcation. Il est vrai que quelques Administrations contrôlent le ralentissement aux bifurcations par des appareils spéciaux, tels que les dromoscopes, les dromopétards, etc.; mais la plupart des Administrations n'ont pas ces moyens de contrôle.

C'est donc non seulement pour augmenter la vitesse moyenne des trains rapides, mais encore par mesure de sécurité qu'il y aurait le plus grand intérêt à établir les bifurcations de telle sorte qu'elles pussent être parcourues en tous sens à toute vitesse.

La question, d'ailleurs, n'est pas nouvelle au Congrès.

Le littéra B de la question VII soumise à la première session du Congrès, en 1885, était en effet ainsi conçu :

« Dispositifs et appareils les plus propres à garantir la sécurité de la circu-
« lation dans les gares, aux bifurcations et aux traversées de voies. »

Les conclusions qui à ce sujet ont été adoptées par le Congrès sont les suivantes :

« Il est désirable qu'autant que possible les jonctions des lignes soient
« reportées dans les stations elles-mêmes. »

« Lorsqu'on se décide à les placer en pleine voie, il faut, autant que pos-
« sible, éviter de les établir en tranchée, forte courbe ou pente, chercher à
« remplacer la traversée à niveau par le passage au-dessus ou en dessous,
« tracer les voies convergentes parallèlement l'une à l'autre, sur une certaine
« longueur, etc. Dans tous les cas, il convient de munir les bifurcations de
« verrous d'aiguille et d'enclenchements qui permettent, au besoin, le passage
« en vitesse. »

Ces conclusions contiennent déjà l'indication des conditions générales les plus favorables pour l'établissement des bifurcations, surtout au point de vue de leur position, et les mesures à adopter pour éviter toute collision de trains. Quant à la protection des bifurcations, elle a aussi fait l'objet de discussions lors de la quatrième session du Congrès, à propos de la question du block-system et de l'interlocking-system (art. XVI, litt. B).

Nous ne reviendrons donc pas sur ces points de la question ; il nous suffit d'observer que, d'après les renseignements qui nous sont parvenus de diverses Administrations, plusieurs des dispositions énoncées dans les conclusions ci-dessus rappelées se trouvent normalement appliquées aux bifurcations parcourues par les trains rapides.

Ainsi, par exemple, le verrouillage des aiguilles et l'enclenchement de la manœuvre des aiguilles avec celle des signaux ont lieu, peut-on dire, à toutes les bifurcations dont il s'agit.

Sur quelques réseaux, en Angleterre par exemple, les appareils d'enclenchement sont complétés par le block-system et par des consignes locales rigoureuses qui garantissent les trains contre tout danger de collision aux bifurcations.

Il existe des cas où la ligne secondaire des bifurcations, se trouvant en forte pente, est munie d'une voie de sûreté sur laquelle on peut envoyer le train de la ligne secondaire chaque fois qu'un train convergent est signalé sur l'autre ligne.

Quelques autres Administrations ont parfois recours, pour éviter les collisions des trains, au moyen plus radical, signalé lui aussi par la première session du Congrès, de remplacer les traversées à niveau des bifurcations par des passages au-dessus ou en dessous.

Parmi ces Administrations, on peut citer l'Ouest français, qui a projeté et exécuté, en 1839, un tel dispositif à Saint-Cloud (embranchement de la gare des Fêtes); le Nord français, qui l'a réalisé à plusieurs de ses bifurcations, notamment à la bifurcation d'Épinay (ligne de Paris à Pontoise et d'Épinay à Monsoult), et à la bifurcation de Mennessis (ligne de Creil à Saint-Quentin et d'Amiens à Tergnier), etc.

La figure 1 représente le dispositif qui a été projeté par l'Administration italienne de la Méditerranée, afin d'éviter complètement les traversées pour plusieurs bifurcations aux abords de la gare de Milan.

Nous n'insisterons pas davantage sur ce sujet et nous passerons à l'examen des difficultés concernant le tracé, la construction et la pose d'une bifurcation propre à être parcourue en vitesse, difficultés qui n'ont été soumises qu'à un examen très sommaire, dans les précédentes sessions du Congrès, et qui font l'objet de la question actuelle.

Avant de passer à l'examen de cette question, il ne sera pas inutile pourtant de nous arrêter quelque peu aux dispositions qui règlent le passage des bifurcations sur quelques réseaux.

Pour avoir des renseignements à ce sujet et sur les conditions d'établissement des bifurcations parcourues en vitesse, nous avons transmis, par l'intermédiaire de la Commission internationale, un questionnaire détaillé (annexe) à plusieurs des Compagnies affiliées au Congrès.

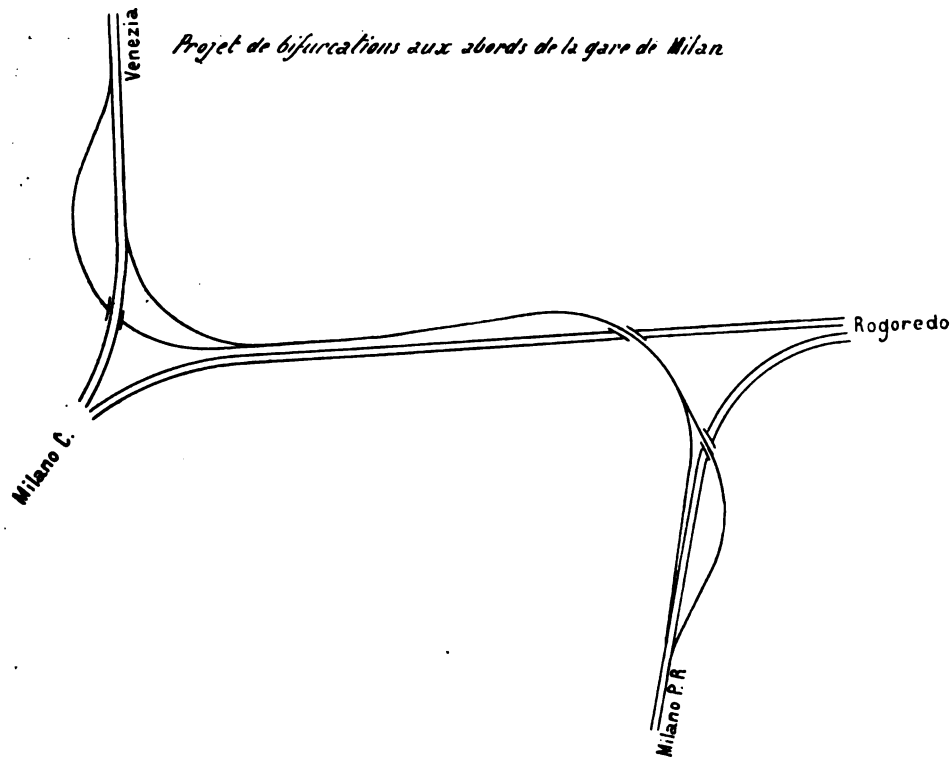


Fig. 1.

Une trentaine de Compagnies ont eu l'obligeance d'y répondre et le rapporteur profite de cette occasion pour les en remercier, tant au nom de la Commission internationale qu'en son nom personnel.

Voici ce qu'on peut déduire de ces réponses, relativement aux vitesses maximums tolérées pour les trains parcourant les bifurcations :

Autriche. — Il existe une ordonnance du gouvernement, d'après laquelle tout train abordant les aiguilles par la pointe doit réduire sa vitesse à 50 ou à 30 kilomètres (31 à 18 1/2 milles) à l'heure, selon que la position de ces aiguilles est assurée ou non par un appareil de verrouillage.

La limite de 50 kilomètres (31 milles) n'est donc pas dépassée par aucune des Compagnies

[illegible]chiennes qui ont répondu à notre questionnaire et quelques Compagnies, comme la Société [illegible]chienne-hongroise privilégiée des chemins de fer de l'État, s'arrêtent même à la limite de [illegible] kilomètres (18 1/2 milles).

Quant aux trains abordant les aiguilles par le talon, quelques Administrations, telles que la [illegible]ite Société des chemins de fer de l'État, la Compagnie des chemins de fer du Sud de l'Autriche [illegible] l'Administration du Nord-Ouest ne prescrivent, pour quelques bifurcations, aucune réduction [illegible] vitesse sur la ligne principale qui est toujours en alignement droit; d'autres Administrations, [illegible] contraire, prescrivent une limitation de vitesse aux trains même de la ligne principale; sur [illegible]seau du Nord Empereur Ferdinand, par exemple, la vitesse de ces trains ne peut dépasser [illegible] kilomètres (37 milles) à l'heure.

Une sensible réduction de vitesse est, en outre, obligatoire pour tous les trains parcourant [illegible]embranchement en courbe.

Belgique. — Le chemin de fer de l'État n'a pas de bifurcations franchies en pleine vitesse. On [illegible]nonce comme très probable que, dans un avenir rapproché, les aiguilles abordées par le talon [illegible]ourront être parcourues à toute vitesse; mais, pour le moment, les trains qui abordent les [illegible]iguilles par le talon, comme ceux qui les abordent par la pointe, ne doivent pas dépasser la [illegible]itesse de 60 kilomètres (37 milles) à l'heure sur la branche de bifurcation en ligne droite ou à [illegible]grand rayon, tandis que, sur la branche déviée, la plus grande vitesse tolérée est de 40 kilomètres [illegible]25 milles) à l'heure.

Danemark. — Sur le réseau de l'État, il y a des bifurcations parcourues dans toutes les direc[illegible]tions, même sur l'embranchement en courbe de 315 mètres (15 1/2 chains) de rayon, avec la [illegible]vitesse de 90 kilomètres (56 milles) à l'heure.

France. — Les Compagnies des chemins de fer de l'Est et du Nord sont, parmi les Administrations qui ont répondu à notre questionnaire, les seules qui admettent le passage en pleine vitesse sur la direction principale de leurs bifurcations. Sur le réseau de l'Est, la vitesse maximum des trains parcourant cette direction principale est de 90 kilomètres (56 milles) à l'heure; sur le réseau du Nord, la vitesse est celle fixée par les livrets itinéraires de marche des trains; et il n'est pas permis aux mécaniciens, qui abordent une bifurcation, d'user de la faculté, qui leur est laissée sur tous les autres points du réseau, d'augmenter de moitié, en cas de retard, la vitesse fixée par les livrets itinéraires.

Sur la branche en courbe, la vitesse est limitée soit sur le réseau de l'Est, soit sur le réseau du Nord, à 40 kilomètres (25 milles) à l'heure.

Le régime appliqué pour le passage des trains aux bifurcations est invariablement le même pour les deux sens de circulation des lignes embranchées.

Au Nord pourtant, on va achever, sur quelques bifurcations les plus importantes du réseau, les travaux de rectification de voie ou d'installation de signaux nécessaires pour permettre la mise en vigueur d'un nouveau règlement par lequel le passage en vitesse sera admis sur toutes les directions de ces bifurcations. On pense que cette amélioration sera réalisée dans le courant de l'année (1894).

Sur le réseau du Midi, les mécaniciens des trains de la ligne principale, aux bifurcations, doivent modérer la vitesse de telle manière que leurs trains puissent être arrêtés avant d'atteindre le signal d'arrêt absolu de la bifurcation, si les circonstances l'exigent. Quant aux trains qui se dirigent vers la ligne secondaire ou qui viennent de cette ligne, ils doivent toujours s'arrêter avant d'atteindre l'aiguille de raccordement.

[illegible] direction principale des bifurcations est [illegible] 25 milles) à l'heure; les autres directions, [illegible]

[illegible] de Paris à Orléans limitent à 30 kilomètres [illegible] geurs sur les bifurcations.

[illegible] *lonies.* — Sur bien des réseaux, on trouve [illegible] règlements n'imposent aucune limitation à la [illegible] marche.

[illegible]-Western Railway, le Manchester Sheffield and [illegible] Railway, le Caledonian Railway, le North- [illegible] Railway, par exemple, se trouvent dans ce cas.

[illegible] en général, la vitesse des trains sur les [illegible] par exemple, au Great Eastern Railway, la [illegible] 15 milles) à l'heure sur les embranchements en [illegible] London and South-Western Railway, le passage [illegible] avec une vitesse de 40 kilomètres (25 milles ; au [illegible] ayant le rayon de 301 mètres (15 chains) sont [illegible] kilomètres (30 milles) à l'heure.

[illegible] way admet aux bifurcations le passage en pleine [illegible] vitesse maximum n'est que de 48 64 kilomètres [illegible] ayant 402 mètres (20 chains) de rayon, la [illegible] à l'heure.

[illegible] le passage en pleine vitesse sur les branches en [illegible] les aiguilles sont abordées par la pointe, prescrivent [illegible] branche en courbe.

[illegible] du Great Northern Railway, sur le réseau de laquelle [illegible] parcourue avec une vitesse de 16-32 kilomètres (10 à [illegible] gow and South-Western Railway, qui a des bifurca- [illegible] parcourue avec la vitesse de 96 kilomètres (60 milles à [illegible] le talon, soit par la pointe, tandis que la branche [illegible] vitesse de 24 kilomètres (15 milles) à l'heure, bien que [illegible] 412 mètres (20 1 2 chains), le Midland Railway, le

[illegible] l'Administration du South Eastern Railway, stipulent [illegible] de son train aux bifurcations, surtout si celles-ci sont [illegible] cas la vitesse ne doit pas dépasser les 24 kilomètres

[illegible] sula Railway et de l'East Indian Railway, on limite aussi [illegible] bifurcations, surtout lorsque les aiguilles sont abordées par la

[illegible] seau du Pennsylvania Railroad, il y a des bifurcations par- [illegible] les directions. La vitesse maximum est de 80 kilomètres

[illegible] l'Atlantique, quelques bifurcations sont parcourues en pleine

vitesse, c'est-à-dire à 70 kilomètres (43 1/2 milles), soit sur la branche en alignement droit, soit sur la branche en courbe, et même dans le cas où les aiguilles sont abordées par la pointe.

Sur le réseau de la Méditerranée, au contraire, les règlements stipulent une modération de vitesse pour les trains approchant de toute bifurcation.

Pays-Bas. — Sur le chemin de fer Hollandais, le passage en pleine vitesse n'est admis que pour les trains abordant les aiguilles par le talon et parcourant la branche en alignement droit d'une bifurcation non symétrique ou les deux branches en courbe d'une bifurcation symétrique. Le passage des aiguilles à contre-pointes ne doit se faire qu'avec une vitesse de 45 kilomètres (28 milles) tout au plus.

Portugal. — Aux chemins de fer Portugais, les trains parcourant les bifurcations n'ont, en aucun cas, une vitesse supérieure à 45 kilomètres (28 milles) à l'heure.

Espagne. — Sur le réseau de la Compagnie des chemins de fer de Madrid à Saragosse et à Alicante, aucune bifurcation n'est parcourue en pleine vitesse par les trains rapides.

Suisse. — Au chemin de fer du Gothard, il n'y a qu'une seule bifurcation conduisant à une ballastière de la Compagnie. Le changement employé est celui connu sous le nom d'appareil Blauel.

Les trains de la ligne principale, qui, par l'emploi de cet appareil, n'est pas interrompue, ont une vitesse maximum de 60 kilomètres (37 milles) à l'heure.

Il résulte de ce qu'on vient d'exposer, qu'il y a une grande variété de dispositions au sujet de la vitesse des trains parcourant les bifurcations; quelques Compagnies admettent que les bifurcations puissent être parcourues à toute vitesse dans toutes les directions, sans égard ni à la courbe de l'embranchement en déviation ni à l'existence de l'aiguille et du croisement; d'autres Compagnies ne se soucient pas des croisements et de l'aiguille abordée par la pointe, mais estiment nécessaire une réduction de vitesse sur la ligne en courbe: d'autres encore ne voient aucun danger dans le passage, à toute vitesse, des croisements et des traversées, mais le voient dans le passage des aiguilles à contre-pointes et des branches en courbe; d'autres Compagnies, enfin, semblent croire nécessaire une réduction de vitesse pour tous les trains parcourant une bifurcation, quelle qu'en soit la direction de la marche.

Il est très probable que quelques Administrations se soient déterminées à prescrire des limitations de vitesse en vue du danger de collisions des trains plutôt qu'en vue des points faibles mentionnés, c'est-à-dire des aiguilles, des croisements, des courbes raides.

Le ralentissement serait alors imposé dans le but de rendre le mécanicien absolument maître de son train et de lui donner, par conséquent, la possibilité de s'arrêter promptement si les circonstances l'exigeaient.

Mais le danger des collisions peut être éloigné par l'adoption des dispositifs

dont on a parlé plus haut. Nous nous bornerons donc à considérer les points faibles de la bifurcation proprement dite, c'est-à-dire les aiguilles, les croisements, les raccords, au triple point de vue du tracé, de la construction, de la pose.

Tracé.

Différentes dispositions des bifurcations. — Trois cas se présentent dans les bifurcations ordinaires :

1° Les deux branches de la bifurcation sont à simple voie;
2° L'une des branches est à simple et l'autre à double voie;
3° Toutes les deux branches sont à double voie.

Le dernier cas comprend, par rapport au tracé, toutes les difficultés que l'on rencontre dans le premier, outre les difficultés qui lui sont propres; le deuxième cas peut, en général, se ramener lui aussi au dernier, parce que ordinairement la ligne à voie unique du deuxième cas vient se dédoubler à proximité de la bifurcation et se raccorder à la ligne à double voie par le même dispositif employé dans le troisième cas, comme il résulte aussi des réponses qui nous sont parvenues (fig. 2).

Il y a des exemples dans lesquels ce dispositif n'est pas suivi; ainsi il arrive que pour éviter les traversées on emploie le dispositif représenté par la figure 3.

La Société Autrichienne-Hongroise privilégiée des chemins de fer de l'État a adopté le dispositif de la figure 4, par lequel on évite les aiguilles prises par la pointe sur la ligne principale à double voie.

D'autres Administrations, telles que le chemin de fer Hollandais, le Nord français, le Pennsylvania Railroad et l'East Indian Railway, parmi celles qui ont répondu à notre questionnaire, ont adopté quelquefois le dispositif de la figure 5.

Mais dans tous les dispositifs des figures 3, 4, 5, la ligne à voie unique est toujours sacrifiée; aucune Administration n'admet qu'elle puisse être parcourue en pleine vitesse, hormis l'Administration des chemins de fer méridionaux italiens, qui ferait passer ses trains, même sur la branche en déviation d'une bifurcation présentant le dispositif de la figure 3, avec une vitesse de 70 kilomètres (43 1/2 milles) à l'heure, et le Pennsylvania Railroad, qui permet le passage en vitesse même sur la ligne à voie unique de la bifurcation représentée par la figure 5.

Mais, en tout cas, parmi les dispositions représentées aux figures 2, 3, 4, 5, celle de la figure 2 paraît la disposition préférable au point de vue de permettre le passage en vitesse même sur la voie secondaire.

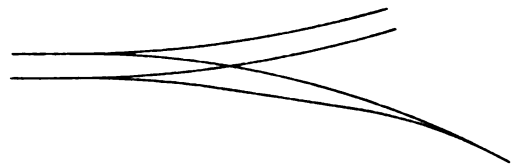


Fig. 2.

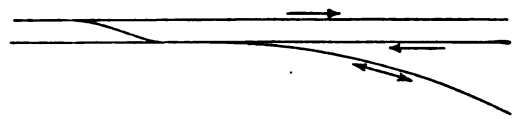


Fig. 3.

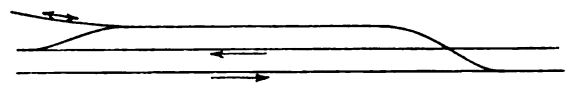


Fig. 4.

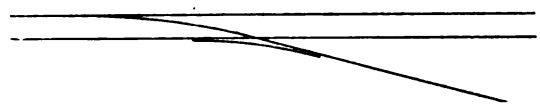


Fig. 5.

On se bornera donc à considérer le cas des bifurcations de deux lignes à double voie.

Le dispositif le plus généralement adopté pour les bifurcations des lignes à double voie, est celui qui a l'une des lignes en alignement droit ou en courbe de grand rayon; plus rarement on a eu recours à la disposition symétrique.

Bifurcations ayant une branche en ligne droite. — En commençant donc par le cas le plus général, il est évident que le tracé de la ligne en courbe dépend des angles des croisements et des traversées, de la largeur de la voie et de l'écartement entre les deux voies d'une même ligne.

En supposant, pour plus de simplicité, que la branche en déviation, à partir de la pointe O des aiguilles (fig. 6) jusqu'à la traversée B, soit en courbe de

rayon constant R, entre ce rayon et les angles A et B existent les relations :

$$\sin^2 \frac{A}{2} = \frac{l}{2R} \qquad (a)$$

$$\sin^2 \frac{B}{2} = \frac{l+d}{2R} \qquad (b)$$

où l est la largeur de la voie, d la distance entre les deux voies.

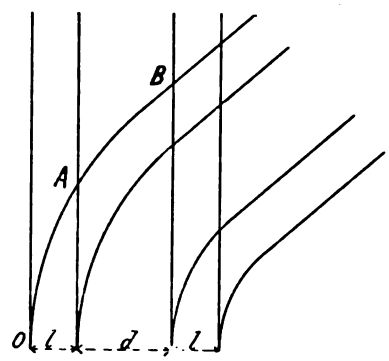


Fig. 8.

Pour avoir R le plus grand possible, il faut naturellement que les angles A et B soient aussi petits que possible.

Jusqu'à quelle limite peut-on descendre avec la valeur de ces angles?

Angle des croisements de traversée. — Quant à l'angle B du croisement de traversée, il est limité par le fait que plus il est faible, plus la longueur de la lacune entre le coude et la pointe du croisement est grande, de sorte que si cet angle descend au-dessous d'une certaine valeur limite, le guidage de la roue passant sur la lacune vient à faire défaut. Ce qui empêche, en effet, cette roue de contourner la pointe et de sortir de sa direction, c'est la roue conjuguée qui est guidée par le contre-rail de la traversée sur laquelle elle passe; mais si l'angle est trop faible, il peut arriver que cette roue conjuguée cesse d'être guidée par le contre-rail avant que l'autre roue ait rejoint la pointe de la traversée.

M. Schmid, dans un article de l'*Encyclopédie* du docteur V. Röll (vol. V, p. 2166), trouve que cet angle limite est d'environ 9° pour une traversée ayant le contre-rail au niveau du rail courant. On sait cependant qu'afin de pouvoir réduire cet angle, on a recours à l'emploi du contre-rail surélevé, dont le rôle est de prolonger le guidage de la roue conjuguée à la roue qui s'approche, la première, de la pointe.

Le même auteur a trouvé que pour une surélévation de 50 millimètres (2 pouces), surélévation qui est rarement dépassée à cause des exigences du gabarit inférieur du matériel roulant, on aurait dans l'appareil une partie dangereuse où la roue ne serait pas guidée, si l'angle de la traversée était inférieur à 7° 4', angle dont la tangente est de 1 : 8 environ.

Pour la détermination de ces résultats, on a supposé de 1m435 (4 pieds 8 1/2 pouces) la largeur de la voie, de 45 millimètres (1 8/10 pouce) l'intervalle entre la pointe mathématique du croisement et le rail coudé, de 49 millimètres (2 pouces) l'intervalle entre la pointe réelle et le même rail coudé; de 500 millimètres (1 pied 8 pouces) le rayon de la roue à guider et de 10 millimètres (4/10 pouce) l'épaisseur de la pointe réelle qu'on a, en outre, supposé se trouver au même niveau du rail portant.

Cependant, ces conditions et les résultats qui en dérivent ne sont pas rigoureusement valables pour tous les réseaux.

Ajoutons que la condition théorique, généralement admise dans ces recherches, de l'essieu qui se maintient constamment normal à l'axe de la voie, peut venir quelquefois à manquer, surtout lorsqu'au croisement on n'a pas un alignement droit d'une certaine longueur, ou bien lorsque, cette condition étant réalisée, l'essieu considéré n'est pas à écartement rigide avec l'essieu prochain ou fait partie d'un truck mobile à empattement très faible.

Le résultat ci-dessus énoncé n'a donc rien d'absolu ; mais il sert à donner une idée approximative de la limite à laquelle on peut descendre avec la valeur de l'angle des croisements de traversée.

En fait, la presque totalité des Administrations qui ont répondu à notre questionnaire emploient des traversées dont la tangente est égale ou supérieure à 1 : 8.

En France pourtant, sur le réseau du Nord, on emploie des traversées dont la tangente est de 0.11 (2 4/10 pouces), avec le contre-rail surélevé de 60 millim.

Comme on le voit, l'angle est un peu moindre que celui de 1 : 8 ci-dessus indiqué ; mais d'un autre côté, la surélévation du contre-rail est tant soit peu supérieure à celle de 50 millimètres (2 pouces) supposée par M. Schmid.

Sur le réseau du Midi français, on va adopter une traversée avec un angle de 0.11 et un contre-rail surélevé de 57 millimètres (2 3/10 pouces). On sera donc à peu près dans les mêmes conditions qu'au Nord.

L'Ouest français a des traversées dont la tangente est de 0.096 et le contre-rail a 70 millimètres (2 8/10 pouces de surélévation.

Le Lancashire-Yorkshire Railway, qui, comme on a déjà vu, admet le passage en pleine vitesse aux bifurcations dans toutes les directions, a des traversées dont la tangente descend jusqu'à 1 : 10, et le contre-rail n'est point surélevé.

Cela signifierait que pratiquement, si la traversée est bien posée, elle peut être parcourue sans inconvénients, même lorsque son angle est inférieur à l'angle limite usuel et le contre-rail manque de surélévation.

C'est alors l'inertie du mouvement qui entre en jeu et qui tend à conserver la marche de la roue dans la direction initiale; à ce point de vue, une augmentation de vitesse, qui réduit le temps pendant lequel une force perturbatrice quelconque peut rejeter cette roue hors de sa direction, serait favorable à la sécurité, comme il a été déjà observé par sir H. Findlay, dans son *Exposé relatif à la question des voies des trains rapides* (*Bulletin du Congrès*, 1892, p. 3031) [1], pourvu naturellement que les conditions des appareils soient telles que le train puisse rouler doucement au passage de la traversée.

Il n'est pas moins vrai pourtant que si, par hasard, une cause perturbatrice quelconque, un serrage brusque des freins par exemple, vient imprimer une oscillation, une secousse à la roue, pendant qu'elle parcourt cette partie de la traversée, où elle n'est pas guidée, le déraillement est très probable.

Dans le but d'éviter ou, du moins, d'atténuer ce danger, l'adoption du contre-rail surélévé et d'un angle suffisamment ouvert pour que le guidage de la roue ne vienne pas à manquer, semble donc fort recommandable.

L'influence d'un tel angle sur la probabilité des déraillements résulte à l'évidence du tableau des déraillements arrivés pendant une période de quatre ans sur le réseau du London and North-Western Railway, inséré dans le mémoire de sir H. Findlay, rappelé plus haut.

On peut déduire de ce tableau les rapports entre le nombre des déraillements arrivés dans la période indiquée et le nombre des traversées :

Nombre des traversées ayant l'inclinaison de	1/4	1/5	1/6	1/7	1/8	1/9	1/10	1/11
Rapport entre le nombre des déraillements et le nombre des traversées	»	0.033	0.086	0.166	0.397	0.507	0.650	2.50

[1] Voir aussi le *Compte rendu* de la 4e session, 1er vol., question VI.

me on le voit, plus l'angle de la traversée est faible, plus les déraillements mbreux.

:lusion : il nous semble donc pouvoir affirmer que, d'après les résultats ul et d'après les règles pratiquement suivies par la plupart des Adminis-ɜ, il est recommandable de ne pas adopter pour les traversées un angle ɜment inférieur à 7°, ou bien, ce qui revient à la même chose, une incli-inférieure à 1 : 8 environ.

'e des croisements aigus ordinaires. — Quant à l'angle des croisements rdinaires, on peut, sans inconvénients, descendre à des valeurs plus faibles le indiquée ci-dessus pour les croisements de traversée.

ıriquement, on pourrait même dire qu'il n'y a pas de limite pour cet les croisements ordinaires, car, quelque faible qu'il soit, la roue fran-t la lacune du croisement est constamment guidée par la roue conjuguée, ɜ ne peut se déplacer qu'autant que le permet le contre-rail toujours côté du rail portant cette roue.

efois, on comprend qu'en pratique on ne puisse pas descendre au-dessous ɜertaine valeur; moins prononcé est l'angle du croisement, plus longue acune, qui est toujours un point faible de l'appareil, et plus accentuée l'action de cisaillement exercée par le bandage de la roue, qui, aban-t la pointe, vient porter sur le rail coudé.

ıngle très peu prononcé porte, en outre, avec soi la nécessité d'amincir ɜement la pointe, qui peut alors devenir trop faible et se plier ou même ɔre sous l'action des pressions latérales et des chocs des roues. Il est bien e le contre-rail devrait éviter ces pressions et ces chocs, mais de petites ɔns dans l'écartement de la voie ou des roues, de faibles déplacements re-rail, l'usure des bandages et des pièces fixes, etc., peuvent, ne fût-ce r exception, se combiner de manière que la roue vienne frapper la ɜffilée.

tons que la pointe très amincie n'est pas toujours facile à construire, s'il s'agit de croisements en acier d'une seule pièce.

ıngle très faible du croisement ordinaire aurait, en outre, pour consé-d'augmenter excessivement la longueur du changement de voie. Quant convénient, on pourrait bien s'en passer à certains endroits spéciaux, tels bifurcations en pleine voie. Mais dans ce cas, du moins lorsqu'il s'agit ifurcation de lignes à double voie, l'angle minimum du croisement ordi-

naire dépend en quelque manière de l'angle minimum du croisement de traversée.

Ainsi, par exemple, si on suppose que l'angle B du croisement de traversée (fig. 6) soit de 7° 7′ 30″ correspondant à la tangente 1 : 8, et si dans les formules (*a*) et (*b*) on pose

$$l = 1^{m}445 \text{ (4 pieds 8 9/10 pouces)} \qquad d = 2^{m}12 \text{ (6 pieds 11 4/10 pouces)},$$

valeurs qui se rapprochent des valeurs le plus fréquemment adoptées, on en déduirait :

$$A = 4°32' \qquad \text{tang. } A = 0.08 \text{ (1 : 12.5)}.$$

Tout angle inférieur à 4° 32′ aurait dans ce cas l'avantage de rendre plus grand le rayon de la courbe du changement de voie, mais présenterait aussi l'inconvénient de rendre plus faible le rayon du raccord entre le croisement ordinaire et le croisement de traversée.

Cette inclinaison de 0.08 = 1 : 12.5 peut d'ailleurs être considérée comme l'inclinaison minimum effectivement adoptée par les Administrations qui ont répondu à notre questionnaire.

Les Administrations du Royaume-Uni s'en tiennent généralement à des angles plus prononcés que celui de 0.08 (1 : 12.5). On ne compte parmi celles qui nous ont répondu que bien peu d'exceptions; ainsi, le Lancashire and Yorkshire Railway emploie des croisements dont l'inclinaison descend jusqu'à 0.077 (1 : 13); au London and North-Western Railway, l'angle minimum des croisements est de 0.067 (1 : 15) et le Great Northern Railway aurait même des croisements dont l'inclinaison ne serait que de 1 : 25; mais cette dernière inclinaison ne se trouve peut-être que dans quelque cas tout à fait spécial, qui ne peut faire règle.

Aux États-Unis, sur le réseau de la Pennsylvania Railroad Company, l'angle minimum des croisements est de 3° 49′, correspondant à une tangente de 0.067 (1 : 15).

Mais, en dehors de ces cas, on ne descend jamais au-dessous de 0.08 (1 : 12.5), du moins aux bifurcations dont nous nous occupons.

En Autriche, par exemple, sur les réseaux de l'État (Société Autrichienne-Hongroise privilégiée) et du Sud, l'inclinaison minimum est de 0.085 (1 : 12), tandis qu'au Nord-Ouest elle est de 0.095 (1 : 10.5).

Sur le réseau de l'État belge, elle est de 0.08 (1 : 12.5); sur le réseau de l'État danois, 0.083 (1 : 12).

En France, au Nord, au Paris-Lyon et au Midi 0.09 (1 : 12), à l'Est 0.096 (1 : 10.4), à l'Ouest 0.083 (1 : 12).

En Hollande, au chemin de fer Hollandais 0.10 (1 : 10), en Italie 0.09 (1 : 11), etc.

On peut donc conclure que, sauf quelques exceptions, l'inclinaison de 0.08 (1 : 12.5) se rapproche de l'inclinaison limite, généralement adoptée pour les croisements aigus des bifurcations.

Tracé des deux branches des croisements. — Il nous reste à présenter une autre considération relative au tracé des croisements.

Dans la bifurcation non symétrique que nous considérons maintenant, la branche des croisements et des traversées qui se trouve sur la ligne déviée est quelquefois posée en courbe, suivant le tracé théorique considéré à la figure 6.

D'autres fois, au contraire, on introduit, dans la courbe de la ligne déviée, au droit des croisements et des traversées, les alignements nécessaires pour que les deux branches de ces appareils soient posées en ligne droite.

La seconde de ces dispositions est adoptée le plus souvent ; elle est nécessaire dans le cas où les appareils de croisement sont en acier coulé d'une seule pièce, et plusieurs Administrations estiment qu'elle est aussi utile dans le cas des appareils de croisement formés de rails, pour mieux se garantir contre le danger que la roue franchissant la lacune des croisements puisse prendre une fausse direction, danger qui est spécialement redoutable dans la pose en courbe, parce qu'il est difficile et quelquefois même impossible d'obtenir, dans ce cas, au droit des croisements, la surélévation du rail extérieur.

Le Nord et l'Est français, par exemple, ainsi que plusieurs Administrations anglaises, disposent toujours en ligne droite les éléments de leurs croisements en rails assemblés.

Il y a pourtant des Administrations qui préfèrent tracer la ligne déviée en courbe continue, même au droit des croisements.

Plusieurs Administrations anglaises et l'État belge, entre autres, suivent cette règle.

Dans la réponse à la question 16° (voir annexe), on trouve indiqué ce que fait l'État belge à cet égard : le croisement ou la traversée est construit droit et placé tangentiellement à la courbe; mais, pendant la pose, on courbe les branches qui se trouvent sur la voie déviée, de manière à obtenir, autant que possible, une courbe régulièrement centrée.

Raccords. — Une fois établi le tracé des croisements et des traversées, les rayons des courbes de raccordement sont, eux aussi, déterminés.

Si, par exemple, en revenant au tracé théorique de la figure 6, nous supposons qu'on emploie en B une traversée ayant l'angle 7° 7 '30″ dont la tangente est 1 : 8, et si nous posons toujours dans la formule (*b*)

$l = 1^m445$ (4 pieds 8 9/10 pouces) $d = 2^m12$, (6 pieds 11 4/10 pouces)

on en déduirait

$$R = 461^m66 \text{ (23 chains).}$$

C'est un rayon qui est très rarement dépassé pour les raccords des bifurcations dissymétriques dont il s'agit. Quelquefois pourtant, par l'emploi de croisements très aigus et par l'adoption d'entre-voies élargies, on peut même arriver à des rayons plus grands.

Au London and North-Western Railway, par exemple, on a des bifurcations, où il n'existe pas de courbe d'un rayon inférieur à 30 chains (602 mètres).

Mais le rayon du tracé théorique en courbe continue doit subir une diminution, si on exige que les appareils de croisement et de traversée soient toujours constitués avec des éléments droits.

Cette diminution, qui dépend de la longueur de la ligne droite qu'on veut intercaler dans la courbe, est ordinairement très remarquable, étant données les largeurs normales assez limitées de la voie et de l'entre-voie.

Si, par exemple, on veut laisser de part et d'autre de la pointe des croisements une partie droite ayant 3 mètres (9 pieds 10 pouces) de longueur, si on suppose que le croisement aigu du changement de voie soit sous l'angle de 4° 34′ 30″ (tang. 0.08) et que l'aiguille, droite sur une longueur de 6 mètres (19 pieds 8 pouces), présente au talon un intervalle de 11 centimètres (4 3/10 pouces) entre elle et le rail contre-aiguille, le raccord entre le talon d'aiguille et le croisement ne peut se faire qu'avec un rayon d'environ 360 mètres (18 chains).

Mais ce rayon même de 360 mètres (18 chains) ne peut être atteint pour le raccord entre le croisement d'entrée dans la traversée, en même temps que pour le raccord entre ce dernier croisement et la traversée proprement dite, si l'entre-voie à la bifurcation est dans les limites normalement adoptées.

En effet, si on emploie une traversée sous l'angle de 7° 7′ 30″ (tang. 0.125) et si on maintient toujours la condition de l'alignement droit ayant 3 mètres (9 pieds 10 pouces) de longueur de part et d'autre de la traversée et des croi-

sements, la largeur de l'entre-voie nécessaire pour que les raccords ci-dessus indiqués puissent être tracés avec un rayon de 360 mètres (18 chains) est de $2^{m}88$ (9 pieds 5 4/10 pouces) au moins, tandis que pratiquement la largeur de l'entre-voie est généralement comprise entre 2 mètres (6 pieds 6 7/10 pouces) et $2^{m}50$ (8 pieds 2 4/10 pouces).

Si l'on voulait rester dans ces limites sans réduire les angles des croisements, il faudrait se contenter de rayons encore plus faibles pour les raccords, ou d'alignements droits ayant une longueur si limitée que, non seulement il ne vaudrait pas la peine d'y avoir recours, mais qu'il aurait été même plus utile d'adopter un tracé en courbe continue.

Cela expliquerait pourquoi quelques Administrations, tout en employant des croisements et des traversées dont les angles se rapprochent des angles ci-dessus indiqués, ont dans leurs bifurcations non symétriques des raccords tracés avec des rayons de 300 mètres (15 chains) seulement et moins encore.

Aiguilles. — Mais il y a dans le tracé des changements de voie un point encore plus dangereux que le raccord en courbe de faible rayon.

Au droit de l'aiguille de déviation, le tracé théorique de la figure 6 ne peut être suivi, même en employant l'aiguille courbe, à cause de la longueur limitée de l'aiguille et de la nécessité de ménager au talon d'aiguille un intervalle suffisant pour le libre passage des roues sur le rail contre-aiguille.

La longueur de l'aiguille ne dépassant pas en général 6 mètres (19 pieds 8 pouces) et l'intervalle au talon étant en général supérieur à 11 centimètres (4 3/10 pouces), le rayon de courbure de l'aiguille résulterait normalement moindre que

$$\frac{6^{2}}{2 \times 0.11} = 163 \text{ mètres (8 chains)}.$$

Mais l'aiguille courbe, dont l'usage est assez commun en Allemagne, n'est pas employée par les Administrations qui ont répondu à notre questionnaire, à l'exception des Administrations du Sud de l'Autriche, du New South Wales Government Railway et des chemins de fer Portugais.

La nécessité de multiplier le nombre des types d'aiguilles, et la facilité avec laquelle la courbure de construction des aiguilles peut se modifier pendant la manutention ou à cause de variations atmosphériques, sont peut-être les raisons principales qui ont empêché la généralisation de l'emploi des aiguilles courbes.

En employant l'aiguille droite on a, à la pointe, un angle de déviation qui,

pour les valeurs ci-dessus indiquées de l'intervalle au talon et de la longueur de l'aiguille, aurait pour tangente

$$\frac{0.11}{6} = 0.0183.$$

Malgré l'adoption de croisements très aigus, qui permettent d'obtenir des courbes de rayon assez grand pour les raccords, on ne peut donc éviter dans le tracé de la ligne déviée ce point faible de l'aiguille; l'existence de celle-ci équivaut à l'intercalation d'une petite courbe, ayant le rayon de 163 mètres (8 chains) tout au plus, ou bien à une brusque déviation à la pointe de l'aiguille, dont l'effet serait encore plus dangereux que celui de la courbe à petit rayon.

Il est vrai de dire que quelques Administrations dépassent, dans la longueur de leurs aiguilles, la mesure ci-dessus indiquée de 6 mètres (19 pieds 8 pouces). L'État belge, par exemple, aux bifurcations des lignes internationales, a adopté une aiguille de $7^{m}25$ (23 pieds 9 4/10 pouces). Il faut cependant ajouter que le champignon du rail spécial constituant l'aiguille a, comme le rail normal, une largeur de 72 millimètres (2 8/10 pouces) et que, par conséquent, l'intervalle au talon doit être nécessairement supérieur à 110 millimètres (4 3/10 pouces); il est en effet de 122 millimètres (4 8/10 pouces).

On peut encore citer l'aiguille de la bifurcation, type 1894, du Glasgow and South-Western Railway (annexe, fig. 69) qui a la longueur de $9^{m}14$ (30 pieds).

Mais c'est là une exception, parce que la plupart des Administrations emploient des aiguilles dont la longueur ne dépasse pas la limite indiquée de 6 mètres (19 pieds 8 pouces), afin, probablement, de ne pas rendre trop lourde la manœuvre des changements et de ne pas augmenter excessivement la partie de l'aiguille comprise entre le talon et le point où elle commence à s'appuyer au rail contre-aiguille, une excessive longueur de cette partie pouvant donner lieu à des flexions dangereuses.

Vitesse tolérable par rapport au tracé. — Dans ces conditions, peut-on se passer de prescrire le ralentissement aux trains rapides qui parcourent la branche en courbe d'une bifurcation ayant l'autre branche en ligne droite?

Une courbe de rayon de 450 mètres (22 1/2 chains) constituerait déjà, pour plusieurs Administrations, une cause de limitation de vitesse, même si elle était sur la voie courante et si on y pouvait appliquer, par suite, tout le dévers voulu, ce qu'on ne peut toujours faire dans les courbes des bifurcations.

Si on ajoute la nécessité de réduire sensiblement ce rayon, lorsqu'on exige que les branches des croisements soient en ligne droite, et la circonstance encore plus grave de la brusque déviation à la pointe de l'aiguille, on comprend que la plupart des Administrations aient trouvé jusqu'ici prudente, sinon nécessaire, une réduction de vitesse au passage sur la ligne déviée des bifurcations ayant l'autre ligne en alignement droit.

Cette mesure de sécurité a été adoptée par quelques Administrations dont les bifurcations présentent des courbes que l'on peut classer parmi les moins raides.

Citons, par exemple, l'État belge et le Glasgow and South-Western Railway qui ont respectivement, à quelques-unes de leurs bifurcations, des courbes de 450 mètres (22 1/2 chains) et 412 mètres (20 1/2 chains) de rayon et des aiguilles très longues.

Pourtant il y a aussi, comme on l'a déjà vu, des Administrations qui, tout en ayant à leurs bifurcations des courbes à rayons plus faibles, y admettent le passage à toute vitesse dans toutes les directions.

L'État danois, par exemple, qui admet le passage avec la vitesse de 90 kilomètres (56 milles) sur les courbes ayant 315 mètres (15 1/2 chains) de rayon et sans dévers, se trouve dans ce cas.

Des réponses des Administrations anglaises, qui ne limitent pas la vitesse des trains au passage des courbes des bifurcations, nous n'avons pu toujours relever les rayons de ces courbes; mais à juger des inclinaisons des croisements, il faudrait croire que ces rayons sont souvent assez limités.

Aux chemins de fer italiens de l'Adriatique, on admet, d'après les réponses qui nous sont parvenues, une vitesse de 70 kilomètres (43 1/2 milles) sur les branches en courbe, qui, en quelques points, présentent un rayon inférieur à 200 mètres (10 chains).

Il paraît donc qu'avec un matériel roulant propre au passage des courbes très raides, avec un soin spécial dans la pose et dans l'entretien des appareils de la bifurcation et, éventuellement, par des dispositions particulières ayant le but de renforcer la voie au droit des courbes sans dévers, dispositions dont on parlera plus loin, la vitesse des trains peut être maintenue dans toutes les directions des bifurcations, malgré les difficultés du tracé.

La possibilité de parcourir des courbes très raides, même sans dévers, avec des vitesses très considérables, a été d'ailleurs prouvée par les expériences de Noisy, qui ont fait l'objet d'une discussion, lors de la quatrième session du Congrès.

Cela constaté, nous devons pourtant répéter que jusqu'à présent la plupart des exploitations prescrivent le ralentissement aux trains de la ligne déviée.

Bifurcations symétriques. — Si les deux lignes de la bifurcation parcourues par des trains rapides étaient d'égale importance, il paraîtrait utile d'avoir recours au tracé symétrique, par lequel les deux lignes se partageraient entre elles les difficultés de la déviation et viendraient ainsi à se trouver dans des conditions égales, même sous le rapport du tracé.

Si on maintenait pour les croisements l'angle limite ayant la tangente de 0.08 et pour les traversées l'angle limite ayant la tangente de 0.125, on arriverait à un tracé théorique, où les deux branches de la bifurcation seraient en courbe du rayon de 900 mètres (44 1/2 chains) environ.

Mais le tracé théorique serait, même dans ce cas, impossible à réaliser au droit des aiguilles.

Pour une aiguille courbe, ayant la longueur de 6 mètres (19 pieds 8 pouces), et pour un intervalle de 11 centimètres (4 3/10 pouces) au talon, le rayon de courbure de l'aiguille ne pourrait dépasser 327 mètres (16 chains); en adoptant, comme il est d'usage général, l'aiguille droite, on aurait à la pointe une brusque déviation dont l'effet serait encore pire que celui de la petite courbe de 327 mètres (16 chains) de rayon. Cet inconvénient aurait lieu pour l'une et pour l'autre des deux lignes, l'amélioration que l'on porte au tracé d'une branche, par la disposition symétrique, étant au détriment du tracé de l'autre branche.

C'est pour cela que beaucoup d'Administrations préfèrent sacrifier l'une des deux lignes afin de pouvoir adopter pour l'autre un tracé complètement correct.

Mais lorsqu'on veut admettre le passage en vitesse sur toutes les deux branches de la bifurcation, il paraît que le tracé symétrique est le tracé préférable.

C'est aux bifurcations symétriques où il n'existe pas de courbe d'un rayon inférieur à 600 mètres (30 chains) que le Nord français va permettre, comme on vient de le dire, le passage en vitesse aux trains de toute direction, et c'est encore sur les deux branches des bifurcations symétriques que l'Administration du chemin de fer Hollandais permet le passage en vitesse aux trains abordant les aiguilles par le talon, tandis qu'elle prescrit le ralentissement aux trains parcourant la branche en courbe d'une bifurcation non symétrique, même lorsqu'ils abordent l'aiguille par le talon.

Construction.

r dans tous les détails de construction des différentes parties d'une à savoir des aiguilles, des croisements, des raccords, on en consi- ques-uns parmi ceux qui paraissent les plus importants au point de curité d'une circulation rapide.

. — Quant aux aiguilles, outre leur longueur et leur forme droite dont on a déjà parlé, on doit prendre en considération leur profil, vent dépendre :

possibilité de laisser intact le rail contre-aiguille, ou la nécessité r la section de ce rail par le rabotage du patin;

possibilité de donner une raideur suffisante à l'aiguille pour que puisse convenablement résister aux efforts verticaux et latéraux, trans- r les charges roulantes;

La possibilité d'obtenir facilement une bonne liaison de l'aiguille avec la ourante.

n reproche en général aux aiguilles en rails d'être moins avantageuses que s en barres par rapport aux circonstances mentionnées aux nos 1° et 2°; par contre, on reproche aux aiguilles en barres la difficulté de les unir venablement à la voie courante.

Il faut pourtant observer que la nécessité de raboter le rail d'appui n'a lieu que lorsque l'aiguille est en rails Vignoles; elle cesse généralement d'avoir lieu l'aiguille est en rails à double bourrelet.

Quant à la raideur de l'aiguille, il est bien vrai qu'avec une barre convena- lement profilée, on peut obtenir une aiguille plus résistante que les aiguilles ordinaires en rails, aux efforts latéraux exercés par les roues sur la partie de aiguille qui n'est pas en contact avec le rail contre-aiguille.

L'infériorité des aiguilles en rails, à cet égard, est surtout à remarquer dans cas où elles sont en rails à double bourrelet.

Mais à cet inconvénient des aiguilles en rails on peut remédier, du moins en artie, moyennant des heurtoirs formés d'ordinaire par le prolongement des êtes des boulons reliant les rails contre-aiguilles aux coussinets.

Et d'ailleurs, le danger le plus fort des flexions, subies par l'aiguille sous action des efforts ci-dessus mentionnés, consisterait en ce qu'elles feraient bâiller

la pointe nécessairement très faible de l'aiguille; mais ce danger n'existe plus si la pointe est bien assurée au rail d'appui par un appareil de verrouillage, appareil dont sont généralement munies les aiguilles abordées par la pointe.

Quant à la résistance aux efforts verticaux, on peut toujours construire l'aiguille de manière que la pointe s'efface pour une certaine longueur, à partir de l'origine, sous le rail contre-aiguille et ne commence à porter que lorsqu'elle a acquis une force suffisante.

En fait, malgré les inconvénients reprochés aux aiguilles en rails, elles sont normalement employées en Angleterre, où il y a le plus de bifurcations parcourues à toute vitesse. En Angleterre, la voie étant ordinairement en rails à double bourrelet, les aiguilles ne présentent pas l'inconvénient de nécessiter le rabotage du rail contre-aiguille.

Mais d'autres Administrations, l'Est français, par exemple, emploient des aiguilles formées de rails Vignoles ordinaires, même au droit des bifurcations parcourues à toute vitesse.

Une des causes pour lesquelles un grand nombre d'Administrations préfèrent ces aiguilles en rails ordinaires est, sans doute, la facilité de les réunir à la voie courante.

Cette liaison peut se faire, en effet, par des coussinets et des entretoises de forme très simple et par des éclisses ayant le profil ordinaire.

On arrive même, avec les aiguilles en rails, à faire le joint en porte-à-faux, comme sur quelques chemins de fer anglais (fig. 7).

La liaison de l'aiguille à la voie courante est bien plus difficile lorsque l'aiguille est formée d'une barre de profil spécial, surtout si, afin de raboter le moins possible l'aiguille et le rail contre-aiguille, on emploie des barres larges et basses pour la construction des aiguilles.

Toutefois, le problème d'obtenir une bonne liaison, même avec les aiguilles en barres, a été étudié et résolu en plusieurs manières plus ou moins simples.

Sur le réseau de l'État danois, par exemple, l'aiguille est forgée au talon, dont le profil ressemble alors à celui d'un rail Vignoles ayant la même hauteur que le rail normal. (Voir annexe, fig. 43.)

La rotation de l'aiguille se fait autour d'un pivot se logeant dans une cavité circulaire pratiquée à la base du talon de l'aiguille; le mouvement vertical de ce talon est empêché par le prolongement des éclisses boulonnées au rail courant, qui fait suite à l'aiguille.

En Autriche, les Administrations qui ont répondu à notre questionnaire, c'est-

à-dire la Société Autrichienne-Hongroise privilégiée des chemins de fer de l'État, le chemin de fer du Nord-Ouest et celui du Sud emploient exclusivement, elles aussi, des aiguilles en barres plus basses que le rail ordinaire. A l'annexe, figure 14, est représenté le profil de l'aiguille employée au Nord-Ouest Autrichien.

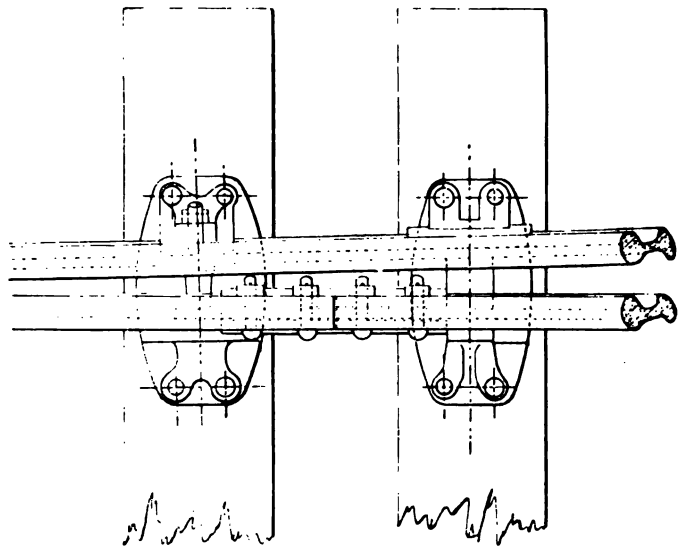


Fig. 7.

En Belgique, sur le réseau de l'État, on emploie des aiguilles en rails d'un profil spécial, dont la forme du bourrelet et la largeur du patin sont les mêmes que dans le rail normal, type Goliath, pesant 52 kilogrammes par mètre (105 livres par yard) et dont l'âme est moins haute, mais plus robuste que celle du rail normal. Pour la liaison de cette aiguille à la voie courante, on a adopté des coussinets spéciaux en fer, munis de lentilles en acier, autour desquelles se fait la rotation des aiguille .

Les lentilles empêchent le glissement de l'aiguille et du rail normal qui s'y rallie; et des entretoises en fer, boulonnées aux coussinets et aux rails contre-aiguilles, en empêchent le mouvement vertical. (Voir annexe, fig. 23-25.)

Aux chemins de fer de l'Éta belge, on est satisfait de cette construction, qui, comme il est dit dans la réponse à la question 16°, donne à l'appareil une grande solidité et plus de simplicité, par la suppression des pièces accessoires.

Une autre solution qui a été adoptée par quelques Compagnies, celles des

chemins de fer italiens de la Méditerranée et de l'Adriatique entre autres, c'est de construire les aiguilles par le moyen de barres de profil spécial et dont la hauteur est égale à celle du rail de la voie courante. Cette solution a une partie des avantages et des inconvénients des deux solutions jusqu'ici considérées.

Le coussinet de talon en usage sur le réseau de la Méditerranée est représenté par les figures 8, 9, 10.

Notons en passant que, dans ce cas, le joint de l'aiguille se trouve sur le même coussinet que le joint du rail contre-aiguille, tandis que beaucoup d'autres Administrations tâchent de ne pas faire coïncider ces deux points, en prolongeant le rail contre-aiguille au delà du coussinet de talon ; la liaison de ce rail à la voie courante peut alors se faire même par un joint en porte-à-faux.

Rien n'empêcherait pourtant que l'on adoptât cette disposition même dans le cas ci-dessus cité, sauf à introduire quelque variation dans le type du coussinet.

Il est aussi désirable que le joint, à l'autre bout du rail contre-aiguille, soit un peu éloigné de la pointe de l'aiguille, de manière à ne pas exposer cette pointe aux chocs des roues franchissant le joint, vu que les traverses latérales à ce joint tendent, plus que les traverses intermédiaires, à s'abaisser sous l'action des charges roulantes.

L'Administration de l'Ouest français, tout en employant des aiguilles en rails ordinaires pour les changements en rails à double bourrelet, fait usage d'aiguilles en barres plus hautes que le rail normal et ayant la base inclinée au 1/20 sur l'axe de l'âme, pour les changements en rails Vignoles.

Au Midi français, on a recours à un profil Vignoles renforcé, pesant 61^{k}500 le mètre courant (124 lb. le yard).

Au Paris-Lyon-Méditerranée, on a recours à un profil Vignoles non symétrique, dont l'âme présente l'inclinaison de 1/20 lorsque le patin est horizontal.

Au Nord français aussi, les aiguilles sont confectionnées au moyen de rails de profil spécial, dont l'âme est inclinée au 1/20 sur le plan de la base, les tables de glissement sur les coussinets étant horizontales. Ces rails spéciaux ont à peu près la même hauteur que les rails courants, mais leur largeur à la base est sensiblement moindre.

Au chemin de fer Hollandais, les aiguilles formées de barres de profil spécial ayant la hauteur de 9 centimètres (3 1/2 pouces) sont successivement remplacées par des aiguilles formées de rails ayant la même hauteur que le rail normal.

Il résulte de ce qui précède que les aiguilles en rails sont, autant que celles

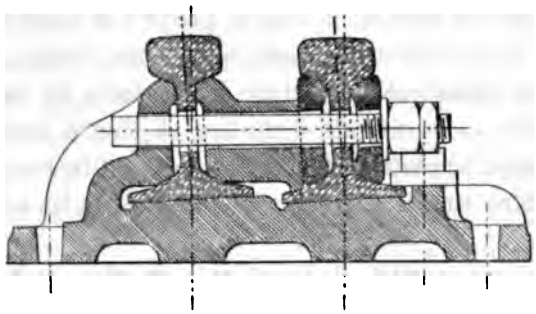


Fig. 8.

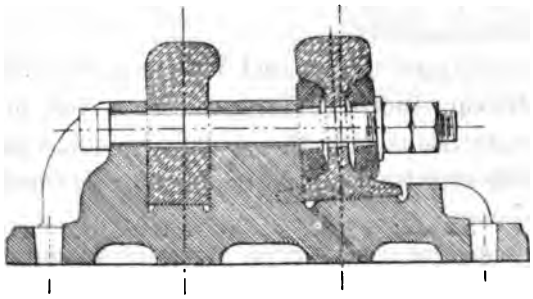


Fig. 9.

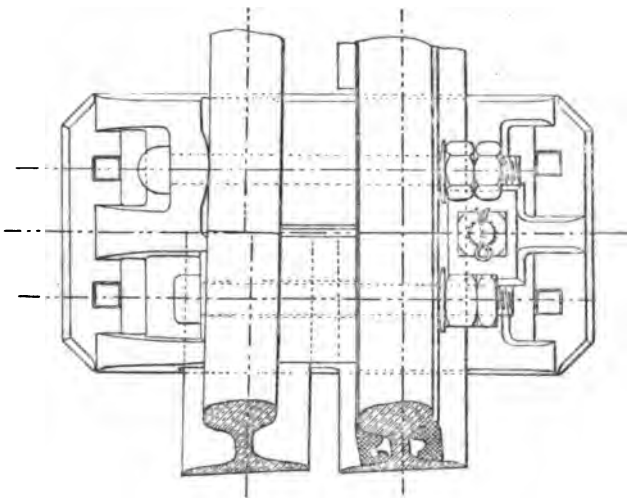


Fig. 10.

en barres, employées pour les appareils des bifurcations parcourues en vitesse.

L'un et l'autre système paraissent donc se prêter à la confection d'une aiguille assez robuste, pourvu, naturellement, que, dans cette confection, soient observées toutes les règles que la pratique a désignées en vue d'éviter ou du moins d'atténuer les inconvénients dont l'un et l'autre système ne sont pas exempts. L'aiguillage, ne cessant, néanmoins, de constituer un point faible de la bifurcation, doit être surveillé et entretenu avec tous les soins spéciaux qu'il exige.

Avant d'abandonner ce sujet, il paraît utile de dire quelques mots sur les solutions qui ont été imaginées afin de laisser l'une des voies de la bifurcation absolument intacte.

Des Administrations qui ont répondu à notre questionnaire, deux seules ont employé de tels appareils.

L'État belge a mis à l'essai un appareil Williams, dans lequel les aiguilles, situées l'une à l'intérieur, l'autre à l'extérieur de la voie principale, ne sont parcourues que par les trains de la voie secondaire, qui, à partir de la pointe des aiguilles, s'élève de manière à permettre aux roues de franchir les rails de la voie principale.

Mais, d'après les renseignements fournis par cette Administration, l'appareil Williams aurait donné de mauvais résultats.

En Suisse, sur le réseau du Gothard, on a employé, à l'exemple de ce qui se fait par plusieurs Administrations allemandes, un appareil Blauel, dont le principe est le même que celui sur lequel est basé l'appareil Williams.

En Suisse, comme en Allemagne, l'appareil Blauel a donné de bons résultats.

Avec cet appareil, d'ailleurs, comme avec l'appareil Williams, la circulation est sacrifiée sur l'une des voies de la bifurcation et, par conséquent, on ne peut employer ces appareils spéciaux que là où le trafic de la voie secondaire est incomparablement moins important que celui de la voie principale.

Sur le réseau du Gothard, en effet, l'appareil Blauel a été utilisé à une bifurcation conduisant à une ballastière.

Croisements et traversées. — En parlant du tracé des bifurcations, on a déjà indiqué les angles minimums des croisements et des traversées en usage sur les réseaux dont les Administrations ont répondu à notre questionnaire, et on a déjà considéré le rôle du contre-rail surélevé dans les croisements de traversée.

Plusieurs dispositions ont été adoptées pour la construction de ces contre-rails surélevés.

Lorsque le croisement de traversée est en acier d'une seule pièce et non réversible, c'est la pièce moulée qui présente, elle-même, la saillie correspondante à la surélévation du contre-rail.

Un exemple de cette construction nous est offert par les nouvelles traversées des chemins de fer de l'État prussien (fig. 11).

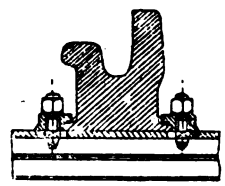


Fig. 11.

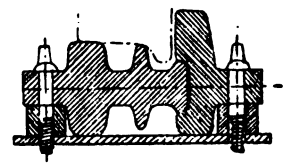


Fig. 12.

Lorsque les croisements sont réversibles, on a tantôt recours à une barre rapportée sur le contre-rail venu de fonte, et tantôt à un contre-rail surélevé formant une pièce à soi, et boulonné au croisement réversible.

La figure 12 représente une disposition de ce genre récemment adoptée sur quelques réseaux autrichiens.

La variété des dispositions adoptées dans le cas des croisements en rails n'est pas moindre.

On emploie sur plusieurs réseaux, en Allemagne surtout, le contre-rail surélevé formé d'un fer d'angle; sur le réseau de l'Est, on fait usage de contre-rails formés de fer en ⊔; et trois entretoises en bois, reliées aux deux contre-rails de la traversée par des équerres et des boulons, empêchent ces deux contre-rails de s'approcher sous l'action des chocs.

Sur le réseau de Paris-Lyon-Méditerranée, le contre-rail est constitué d'un rail ordinaire et la saillie est obtenue en relevant le contre-rail de 50 millimètres (2 pouces) au droit du coude; les deux contre-rails de la traversée sont entretoisés au moyen d'un tronçon de rail ordinaire.

Sur quelque réseau, le contre-rail n'est qu'un rail ordinaire couché sur le flanc et boulonné sur des coussinets spéciaux à la hauteur voulue; c'est alors par le patin du rail couché qu'on obtient le guidage des roues.

L'État belge emploie un contre-rail de profil spécial (annexe, fig. 29) qui, par son analogie avec le profil du rail courant dont il diffère seulement à cause

de la forme du champignon et de la largeur de la partie du patin tournée vers la pointe, donne lieu à une grande facilité de construction.

Dans les croisements aigus, le contre-rail qui sert à guider la roue conjuguée à celle qui passe sur la lacune du croisement est généralement un rail ordinaire posé au même niveau du rail portant.

Cependant, sur quelques réseaux, même ce contre-rail des croisements aigus se trouve à un niveau plus élevé que celui du rail portant ; le but de cette disposition est évidemment d'augmenter le segment de la roue qui vient s'appliquer contre le contre-rail, dont l'action est alors plus efficace, et de diminuer l'usure du contre-rail, ce qui a pour effet de rendre plus lente l'altération de l'intervalle entre le contre-rail et le rail portant.

Il n'est pas seulement nécessaire de diriger, par des contre-rails, les roues parcourant la lacune des croisements et des traversées, mais il faut encore chercher à atténuer, autant que possible, les chocs, les oscillations, les secousses qui plus ou moins se produisent aux extrémités, aux coudes et aux pointes des appareils, à cause de la masse considérable de ces derniers, des liaisons spéciales avec la voie courante, du changement de niveau que subit l'essieu parcourant la lacune, etc.; d'autant plus que l'influence de ces secousses, dangereuse à la sécurité et à la douceur de la marche, s'accroît avec la vitesse des trains.

La question de savoir s'il faut, à ce point de vue, donner la préférence aux croisements en acier d'une seule pièce, ou aux croisements en rails, a été longuement débattue et même, aujourd'hui, elle ne peut être considérée comme résolue : beaucoup d'Administrations n'emploient que des croisements en rails; d'autres n'emploient que des croisements en acier aux points les plus importants de la voie, tels que les bifurcations; d'autres enfin ont recours aux deux systèmes à la fois.

Il en est de cette question comme de beaucoup d'autres questions concernant la voie et se composant d'une grande quantité d'éléments, dont il n'est pas toujours facile de préciser l'importance relative.

La solidité du croisement, l'invariabilité de la position relative de ses différentes parties, l'élasticité qui est nécessaire à la douceur de la marche, la facilité d'obtenir l'exactitude de la forme, la possibilité de donner aux pattes de lièvre et à la pointe le niveau relatif nécessaire pour éviter les oscillations verticales des roues parcourant le croisement (possibilité qui d'ailleurs n'a lieu que pour les croisements aigus et qui, même dans ces cas, n'aboutit qu'à une amélioration plus théorique que réelle, car les déformations et l'usure des pièces

fixes et des bandages viennent aussitôt altérer et mettre en défaut le niveau relatif dont il s'agit), le danger de ruptures inopinées, la facilité de confection et d'entretien des appareils, la facilité de les unir à la voie courante, etc., voilà autant de points qui ont été considérés dans la comparaison des croisements en rails avec les croisements en acier d'une pièce, comparaison d'où résultent des avantages et des désavantages pour chacun des deux systèmes.

On trouve, à cet égard, des notices très intéressantes dans les rapports des techniciens de l'Union des chemins de fer allemands (1878-1884-1893). Les conclusions insérées dans ces rapports semblent prouver qu'en ce qui concerne la douceur et la sécurité de la marche, les croisements en rails, *dont le poids et la flexibilité sont en rapport avec les rails auxquels ils sont reliés*, peuvent être aussi et même plus satisfaisants que ceux en acier coulé d'une pièce, pourvu que les rails soient suffisamment longs, bien assemblés et résistants.

Quant aux dispositions adoptées aux bifurcations par les Administrations que nous avons consultées, voici ce que nous pouvons dire :

Les Administrations anglaises qui ont répondu à notre questionnaire emploient exclusivement des croisements formés de rails; il en est de même pour l'Administration américaine du Pennsylvania Railroad.

Des Administrations françaises, les deux seules qui admettent le passage des bifurcations en pleine vitesse, c'est-à-dire le Nord et l'Est, emploient des croisements en rails assemblés.

L'État danois fait usage aux bifurcations parcourues à toute vitesse de croisements formés de rails et ayant une pointe d'acier forgée.

Les croisements en rails sont aussi employés par l'État belge.

En Autriche, au contraire, le système ordinairement adopté par les Administrations des chemins de fer de l'État, du Nord-Ouest et du Sud est celui des croisements en acier d'une pièce.

Le même système a été adopté aux bifurcations du chemin de fer Hollandais.

En Italie, aux bifurcations en pleine voie, les croisements sont généralement en acier coulé d'une seule pièce. Pourtant, sur le réseau des chemins de fer italiens de la Méditerranée, on tend à remplacer par des croisements de traversée en rails rapportés sur une plaque d'assise, les anciennes traversées d'une seule pièce, dont les ruptures étaient fréquentes, surtout au droit des pointes. Avec les nouvelles traversées en rails, on trouve que la marche des trains est plus douce et que la sécurité en est augmentée, parce qu'on n'a plus à redouter les ruptures soudaines.

De ce qui précède, il nous paraît donc pouvoir tirer la conclusion que le passage à toute vitesse peut être admis autant sur les croisements en acier coulé d'une seule pièce, que sur les croisements en rails assemblés. Il faut pourtant ajouter que la plupart des Administrations qui ont répondu à notre questionnaire et qui se trouvent dans le cas d'avoir des bifurcations parcourues à toute vitesse emploient des croisements ordinaires et de traversée formés de rails assemblés. Au point de vue de la douceur de la voie, ces derniers se comportent peut-être mieux que les croisements d'une pièce, dont le poids considérable et le mode de liaison à la voie courante donnent lieu à des chocs plus sensibles que ceux qui se produisent au passage des croisements en rails, surtout dans le cas des trains parcourant les croisements à grande vitesse. Le croisement en rails ne peut donner pourtant de bons résultats que lorsque les rails sont suffisamment longs et bien assemblés.

Mais, quel que soit le système des croisements, il n'est pas possible d'éviter complètement les chocs au passage de la lacune.

On a essayé de supprimer cette lacune par des appareils spéciaux. Ainsi, les mêmes inventeurs des changements sans interruption de la voie principale, changements dont on a parlé plus haut, ont imaginé des appareils qui maintiennent la continuité de la voie principale, même au droit du croisement, la voie secondaire passant au-dessus de la voie principale.

L'appareil Williams pourtant n'aurait pas donné de bons résultats sur le réseau de l'État belge où il a été essayé, et cela à cause de la manœuvre difficile de l'appareil et de la facilité avec laquelle la pièce mobile se déplace au passage des trains.

L'appareil Blauel, qui n'a pas de parties mobiles au croisement, semble avoir donné de bons résultats sur le réseau du Gothard comme en Allemagne, mais cet appareil ne peut naturellement être employé que lorsque la voie secondaire est d'une importance tout à fait limitée, ainsi que dans le cas des embranchements des voies industrielles, des voies des ballastières, etc.

On sait qu'en Amérique, afin d'améliorer le passage sur les deux voies du changement, on a recours à des croisements ayant tantôt la pointe et tantôt les pattes-de-lièvre mobiles autour de pivots; dans le premier cas, c'est la pointe qui est maintenue adhérente par un ressort au rail coudé de la voie principale; dans le deuxième cas, ce sont les pattes-de-lièvre qui, par des ressorts, se maintiennent adhérentes à la pointe.

En Autriche, on a essayé l'appareil Hohenegger à pointes mobiles, par lequel on supprime les lacunes dans les croisements de traversée.

Dans les dispositions américaines, comme dans la disposition Hohenegger, on tâche généralement d'assurer par le moyen de pédales l'exactitude de la position des parties mobiles.

Mais toutes ces dispositions, malgré l'avantage incontestable de la suppression des lacunes, ne sont pas encore entrées, à ce qu'il paraît, dans le domaine de la pratique, parce qu'elles exigent, à cause de la multiplicité des pièces mobiles, une surveillance excessive, qui pourtant ne suffit pas toujours à garantir la régularité et la sécurité du fonctionnement des appareils. Des Administrations qui ont répondu à notre questionnaire, aucune n'en fait usage, du moins aux bifurcations parcourues à toute vitesse.

Raccords. — La construction du raccord entre un appareil d'aiguillage et un appareil de croisement ou entre deux appareils de croisement ne diffère pas en général de la construction de la voie courante.

Cependant, lorsque ces raccords sont en courbe, il n'est pas toujours possible de donner au rail extérieur, sur toute l'étendue de la courbe, la surélévation qui conviendrait au rayon de la courbe.

Dans les changements de voie, lorsque les raccords des deux branches sont posés indépendamment l'un de l'autre, chacun sur ses propres traverses, on peut, pendant le bourrage de celles-ci, donner une certaine surélévation au rail extérieur des raccords en courbe, bien qu'il ne soit pas possible, même dans ce cas, d'obtenir toute la surélévation voulue sur toute l'étendue de la courbe.

En effet, du côté des aiguilles, le surhaussement doit être racheté dans l'étendue de la courbe de raccord, le talon d'aiguille se trouvant nécessairement au même niveau du rail contre-aiguille.

Au droit des croisements, comme ceux-ci sont en général posés sur des châssis formés de traverses spéciales ou sur des traverses ordinaires longrinées, la surélévation ne pourrait être obtenue que par l'entaillage des traverses sous les rails bas ou par l'application de platines sous les rails du grand rayon, ce qui peut présenter des difficultés et des inconvénients. Il est bien vrai que les éléments du croisement sont établis, le plus souvent, en ligne droite, mais la partie droite qu'on intercale à cette fin dans la courbe du changement n'a qu'une longueur très limitée, de manière que le surhaussement du rail extérieur du raccord devrait se prolonger même au droit du croisement, à moins qu'on ne rachète le surhaussement dans l'étendue de la courbe.

S'il s'agit de bifurcations de lignes à double voie, les difficultés d'obtenir le

dévers du rail extérieur augmentent ; l'application du dévers est même impossible aux traversées.

Lorsqu'en effet l'une des lignes est en alignement droit, les deux traversées doivent nécessairement être au même niveau ; lorsque les deux lignes sont en courbe de sens inverse, les deux traversées doivent encore être au même niveau, parce que, si l'on voulait donner le dévers à l'une des voies, l'autre voie se trouverait à contre-dévers.

On néglige le cas des bifurcations ayant les deux lignes en courbes de même sens, parce qu'il est évidemment défectueux au point de vue du passage en vitesse sur toutes les voies de la bifurcation.

Les traversées pourraient être, et elles le sont le plus souvent, posées en ligne droite, mais la nécessité de devoir les établir à niveau empêche de donner tout le dévers voulu aux rails extérieurs des raccords aboutissant aux traversées.

C'est à cause de toutes ces difficultés qu'en général on établit les appareils dans un plan et que, sur beaucoup de réseaux, même les raccords entre les appareils sont établis sans dévers.

Parmi les Administrations consultées, celles des chemins de fer autrichiens du Sud, de l'État et du Nord-Ouest, du chemin de fer de l'État belge, plusieurs Administrations françaises, telles que l'Ouest, le Midi et le Nord, quelques Administrations anglaises, telles que le London Brigton and South Coast Railway, suppriment tout dévers aux bifurcations.

Il est vrai que ces Administrations n'admettent pas le passage à toute vitesse sur les branches en courbe des bifurcations.

Mais il y a aussi des Administrations qui, tout en admettant le passage en vitesse, ne donnent aucune surélévation au rail extérieur des courbes des bifurcations : citons, par exemple, l'État danois, le Lancashire and Yorkshire Railway, qui, seulement, par exception donne quelquefois un petit surhaussement au rail extérieur des courbes dont il s'agit, moyennant l'application de semelles en bois sous les coussinets de ce rail, et le chemin de fer Italien de l'Adriatique.

D'autres exploitations ont tâché d'obtenir, aux endroits où il est possible, la surélévation correspondante au rayon de la courbe, par l'inclinaison des traverses : la plupart des Administrations anglaises qui admettent le passage à toute vitesse sur les branches en courbe suivent ce procédé : citons, par exemple, le Great Eastern Railway, le London and South-Western Railway, le Manchester Sheffield and Lincolnshire Railway, le Caledonian Railway.

Sur le réseau du Great Eastern Railway, on a recours, dans le cas où l'on

ne peut donner aux traverses l'inclinaison voulue, à l'enfoncement des coussinets du rail intérieur dans les traverses convenablement entaillées; et, lorsque des conditions spéciales obligent à donner au rail extérieur une surélévation insuffisante, on réduit la vitesse des trains d'une manière correspondante à la surélévation qu'on peut obtenir.

C'est par l'inclinaison des traverses que l'on tâche d'obtenir la surélévation voulue même sur quelques réseaux français, sur les réseaux du Paris-Lyon-Méditerranée et de l'Est par exemple, où, pourtant, les branches en courbe des bifurcations ne peuvent être parcourues qu'en ralentissement.

Mais, comme on l'a vu, il est difficile, ou pour mieux dire impossible, d'obtenir à chaque point des courbes des bifurcations tout le dévers correspondant au rayon de la courbe et à la vitesse des trains, surtout lorsqu'on suppose que ces courbes sont parcourues sans ralentissement par les trains rapides.

Sur le réseau de l'État danois, pour suppléer en quelque manière au manque absolu du dévers, on fait le clouage plus fort et on applique des cales qui s'appuient à la face extérieure du rail du grand rayon.

Sur quelques-uns des chemins de fer anglais, où les voies, étant à coussinets, présentent généralement des attaches plus robustes que celles des voies Vignoles, on a recours à un contre-rail placé latéralement au rail intérieur, tout le long de la branche en courbe, à partir du talon d'aiguille.

Un moyen plus radical consisterait en celui, qu'on a déjà mentionné, de la suppression de la traversée, qui serait alors remplacée par un passage au-dessus ou en dessous. Les difficultés concernant l'application du dévers se limiteraient, dans ce cas, à celles dues à l'existence des changements de voies.

Pose.

La pose des bifurcations se fait parfois sur des pièces de bois de grande longueur.

C'est le cas, par exemple, des bifurcations des chemins de fer de l'État belge, où cette disposition a été adoptée en vue d'éviter l'enchevêtrement des extrémités et de permettre un bourrage facile de tous les supports (annexe, fig. 26).

Quelques autres Administrations, au contraire, n'emploient, pour l'établissement de leurs bifurcations, que des traverses ordinaires, même au droit des appareils d'aiguillage, de croisement et de traversée. A l'Est français, par exemple, on se borne à choisir les pièces destinées à ces appareils parmi les

*

traverses ordinaires les plus régulières de forme et à entretoiser par des longrines les traverses des croisements ordinaires. Ce système aurait l'avantage d'écarter l'emploi des bois spéciaux, qui sont très coûteux à cause de leurs grandes dimensions, et de rendre plus facile l'approvisionnement.

D'autres Compagnies encore emploient des bois spéciaux au droit et aux abords des appareils d'aiguillage, de croisement et de traversée et limitent l'emploi des traverses ordinaires aux autres parties de la bifurcation.

Quel que soit le système de supports choisi pour l'établissement des bifurcations, il est évidemment nécessaire d'assurer le parfait bourrage de ces supports.

Un tel bourrage, nécessaire même pour la voie courante, a une importance absolument particulière pour les bifurcations ; importance croissant avec la vitesse à laquelle les bifurcations sont parcourues.

Un défaut de bourrage pourrait donner lieu à des dépressions inégales sous l'action des charges roulantes, et ces dépressions causeraient des chocs, des oscillations, des perturbations de mouvement extrêmement dangereuses, surtout au passage sur les pointes des appareils d'aiguillage, de croisement et de traversée.

Quant au ballast sur lequel on doit établir les bifurcations, nous empruntons au rapport déjà cité de sir G. Findlay sur la « Question des voies des trains rapides », la définition suivante : « Le ballast idéal serait lourd, dur, élastique, non absorbant, anguleux comme les pierrailles pour routes, sans mélange de matières terreuses ou argileuses, dépourvu de poussières, et serait de dimensions uniformes, laissant librement passer les eaux sans en retenir [1]. »

Ce ballast devrait, à son tour, reposer sur une plate-forme bien solide et asséchée au moyen de tous les travaux de drainage exigés par les conditions locales du terrain.

Résumé.

En résumé, il serait incontestablement très utile d'établir les bifurcations de manière qu'elles pussent être parcourues en pleine vitesse dans toutes les directions, soit en vue d'augmenter la rapidité de la circulation, soit en vue de la

[1] Voir p. VI-10 de l'exposé de sir G. Findlay.

sécurité des trains, dont les mécaniciens, pour une cause quelconque, n'eussent pas à respecter les prescriptions de ralentissement.

Les dispositions auxquelles on a recours dans ce but sont de deux espèces : les unes visent à protéger les trains parcourant la bifurcation de manière à éviter les collisions des trains convergents; les autres visent à améliorer les conditions d'établissement des appareils constituant la bifurcation proprement dite.

Quant aux dispositions de la première espèce, le Congrès a déjà eu l'occasion de s'en occuper, lors de la première et de la quatrième session.

Quant aux difficultés concernant l'établissement de la bifurcation proprement dite et qui font l'objet de la question actuelle, on a distingué les difficultés de construction des différentes parties de la bifurcation, c'est-à-dire des aiguilles, des croisements, des raccords.

En examinant les dispositions qui règlent le passage des bifurcations sur plusieurs réseaux, on a vu que le passage à toute vitesse sur la branche en ligne droite des bifurcations est admis presque généralement pour les trains qui n'abordent pas les aiguilles par la pointe; moins souvent on admet le passage en vitesse pour les trains qui parcourent la même branche, mais en abordant l'aiguille par la pointe; et moins souvent encore, on admet le passage à pleine vitesse sur les branches en courbe.

Plus encore que l'existence du croisement et de l'aiguille en pointe, ce sont donc les difficultés du tracé qui semblent s'opposer au passage à toute vitesse sur toutes les branches d'une bifurcation.

Pour rendre ce tracé le plus correct possible, il faut adopter des croisements de changement et de traversée ayant des angles le moins prononcés possible; mais, afin d'assurer le guidage des roues parcourant la traversée, on ne peut descendre, avec les angles des croisements de traversée, au-dessous d'une certaine valeur qui, d'après les résultats du calcul et les règles pratiquement suivies par les différentes Administrations, devrait s'approcher de 7° environ, correspondant à une inclinaison de 0.125. Quant au croisement ordinaire des changements, on a vu que, généralement, on ne descend pas au-dessous de la tangente 0.08. Avec ces angles et les largeurs ordinaires de la voie et de l'entre-voie, on peut obtenir, pour la branche déviée d'une bifurcation ayant l'autre branche en ligne droite, une courbe continue d'environ 450 mètres (22 1/2 chains) de rayon. Ce rayon, pourtant, doit subir une sensible diminution si les éléments des croisements et des traversées sont maintenus droits même après la pose, comme il est exigé par la plupart des Administrations et

comme on doit forcément faire dans le cas des croisements et des traversées en acier d'une pièce.

Afin de pouvoir adoucir les raccords, il conviendrait donc non seulement d'employer des croisements aussi aigus que possible, mais peut-être encore d'adopter, aux bifurcations, une entre-voie plus large que celle généralement admise pour la pleine voie.

Toutefois, les courbes des raccords seraient toujours assez raides pour les plus grandes vitesses, surtout à cause de l'impossibilité de donner au rail extérieur de ces courbes tout le dévers correspondant à leurs rayons. Mais il y a de plus l'aiguille de déviation qui, à cause de sa longueur, généralement inférieure à 6 mètres (19 pieds 8 pouces), présente, dans le cas de l'aiguille courbe, une courbure beaucoup plus prononcée que celle du raccord, et, dans le cas plus général de l'aiguille droite, une brusque déviation à la pointe, dont l'effet est certainement pire que l'effet produit par le faible rayon du raccord. C'est pour atténuer cet inconvénient que beaucoup d'Administrations tendent à augmenter la longueur de l'aiguille.

Malgré ces difficultés, il y a des Administrations qui, comme on l'a déjà constaté, admettent le passage à toute vitesse même sur la branche en courbe des bifurcations ayant l'autre branche en ligne droite.

En admettant la disposition symétrique, on partagerait entre les deux lignes les difficultés de la déviation. Cette disposition semble la plus rationnelle pour le cas où les lignes de la bifurcation ont la même importance et sont parcourues par des trains rapides ayant la même vitesse.

Quant à la construction des différentes parties de la bifurcation, nous avons vu, en commençant par l'aiguille, qu'on peut employer l'aiguille en rail aussi bien que l'aiguille en barres spéciales. Les Administrations anglaises, par exemple, emploient exclusivement des aiguilles en rails.

Par une confection convenable de l'aiguille et par un verrou d'aiguille qui en fixe la pointe, on peut obtenir que même l'aiguille formée d'un rail soit assez résistante aux efforts horizontaux et aux efforts verticaux produits par les charges roulantes. D'autre côté, on a imaginé des solutions assez satisfaisantes pour l'union des aiguilles en barres spéciales à la voie courante, union qui a toujours été le point faible de telles aiguilles.

Quant aux croisements, il n'est pas seulement nécessaire de guider les roues parcourant les lacunes, ce qu'on obtient par des contre-rails, qui, dans les croisements de traversée, présentent, sur plusieurs réseaux, une surélévation pro-

portionnée à l'angle de la traversée, mais il faut encore tâcher d'atténuer, par une construction convenable, les chocs, les oscillations, les secousses qui se produisent aux extrémités, aux coudes, aux pointes de ces appareils.

Il semble que les croisements formés de rails suffisamment longs et bien assemblés se comportent, au point de vue de la douceur de la marche, aussi bien et peut-être même mieux que les croisements d'acier d'une seule pièce.

En Angleterre, par exemple, on emploie presque exclusivement des croisements en rails assemblés.

Enfin, quant à la construction des raccords, afin de remédier en quelque manière à l'absence totale ou partielle de surélévation du rail extérieur, on a recours au renforcement des attaches de ce rail, à l'adoption de contre-fiches qui s'appuient sur la face extérieure de l'âme du rail extérieur, à l'emploi du contre-rail placé latéralement au rail intérieur, tout le long de la branche en courbe.

On atténuerait les difficultés en posant les traversées en ligne droite et mieux encore en remplaçant les traversées par des passages au-dessus ou en dessous.

On a vu, enfin, que la pose des bifurcations est faite tantôt sur des pièces spéciales de bois, tantôt sur des traverses ordinaires. En tout cas, il faut avoir le plus grand soin d'assurer, par l'emploi d'un ballast excellent, le parfait bourrage des supports.

ANNEXE.

QUESTIONNAIRE DÉTAILLÉ.

1° Y a-t-il sur votre réseau des bifurcations franchies à toute vitesse, dans toutes les directions, c'est-à-dire sur les deux embranchements, soit par les trains qui prennent les aiguilles à contre-pointe, soit par les autres?

2° Y a-t-il des bifurcations dont la direction principale soit seule parcourue sans ralentissement, même par les trains qui abordent les aiguilles par la pointe, la direction secondaire étant, au contraire, parcourue avec ralentissement?

3° Y a-t-il des bifurcations parcourues à toute vitesse uniquement par des trains qui, venant de l'un des deux embranchements vers le tronc commun, n'abordent pas les aiguilles par la pointe?

4° Quelle est la plus grande vitesse des trains abordant les aiguilles par la pointe dans les bifurcations dont il est question dans les questions 1 et 2 ci-dessus?

5° Dans les bifurcations dont il est question au n° 1, les deux embranchements forment-ils toujours des courbes de sens inverse, de façon que le tracé de la bifurcation soit symétrique ou à peu près symétrique?

6° Ou bien y a-t-il quelques cas de bifurcations parcourues en tous sens en pleine vitesse et ayant l'un de leurs embranchements en alignement droit ou en courbe de grand rayon et l'autre embranchement en courbe de rayon relativement faible?

7° Dans le cas des bifurcations symétriques ou à peu près symétriques, dont il est question au n° 5, quels sont le rayon minimum des courbes et la vitesse maximum tolérés?

8° Dans le cas des bifurcations non symétriques, dont il s'agit au n° 6, quels sont le rayon minimum et la plus grande vitesse tolérés?

9° Quelles sont les dispositions le plus fréquemment adoptées pour les bifurcations où l'un des embranchements est à simple voie, l'autre à double voie?

a) Lorsque l'embranchement à simple voie est, lui aussi, parcouru à toute vitesse;

b) Lorsqu'il est parcouru avec ralentissement.

(Répondre par des croquis.)

10° Fait-on usage d'aiguilles courbes dans les changements des bifurcations parcourues à toute vitesse, même sur les voies en courbe?

11° Emploie-t-on des aiguilles formées de rails ordinaires ou de barres de profil spécial?

12° Dans ce dernier cas, emploie-t-on des barres ayant la même hauteur que le rail ordinaire ou des barres à large base mais moins hautes que le rail ordinaire?

13° Emploie-t-on des croisements et des traversées coulés en une pièce ou formés de rails?

14° Quel est l'angle minimum des croisements et des traversées des bifurcations parcourues à toute vitesse?

15° Fait-on usage du contre-rail surélevé pour guider les roues pendant leur passage sur les lacunes des traversées? A partir de quel angle commence-t-on à adopter le contre-rail surélevé et quelle est la saillie qu'on donne au contre-rail?

16° Les bifurcations sont-elles toujours tracées de manière que les croisements et les traversées se trouvent en ligne droite? Ou bien y a-t-il des bifurcations ayant les croisements et les traversées en courbe?

17° A-t-on tâché, quelque part, d'éviter les traversées en les remplaçant par des passages au-dessus ou en dessous?

18° Dans les courbes des bifurcations parcourues à toute vitesse, donne-t-on au rail extérieur quelque surélévation et dans quelle mesure? Pour obtenir cette surélévation, a-t-on recours à l'entaillage des traverses sous les rails bas, à l'application de platines sous les rails extérieurs ou à quelque autre moyen?

19° Lorsqu'on a voulu ou dû éviter d'appliquer le dévers au rail extérieur, a-t-on recours à d'autres moyens pour garantir la sécurité du passage des trains à toute vitesse dans les courbes des bifurcations?

Donner, le cas échéant, quelques renseignements sur ces moyens et sur leur efficacité.

20° Le rail intérieur des courbes des bifurcations est-il muni d'un contre-rail sur toute sa longueur ou seulement en quelque endroit spécial?

21° Les aiguilles des bifurcations, dont il s'agit aux nos 1 et 2, sont-elles toujours verrouillées et munies de pédales ou lattes de calage?

22° La manœuvre des aiguilles est-elle enclenchée avec celle des signaux?

23° Quelle est la disposition normale des signaux aux bifurcations?

24° Lorsqu'il s'agit de bifurcations dont l'une des voies est tout à fait secondaire, emploie-t-on des appareils d'aiguillage et de croisement spéciaux, tels que les appareils Williams, Blauel, etc., qui permettent de maintenir la continuité de la voie principale? Quels ont été les résultats obtenus?

25° Y a-t-il des bifurcations dont la direction secondaire est munie de voie de sûreté?

26° Le matériel roulant dont sont composés les trains qui parcourent à toute vitesse les voies en courbe des bifurcations, doit-il satisfaire à des conditions spéciales de construction (locomotives et voitures à essieux radiaux, bogies ou dispositions équivalentes, châssis spéciaux, etc.)?

27° Renseignements divers non spécifiés dans le questionnaire ci-dessus.

N. B. — Les Administrations sont vivement priées d'envoyer quelques croquis ou dessins des principales bifurcations franchies par les trains rapides et des dispositifs spéciaux auxquels elles ont recours, dans la construction de ces bifurcations, en vue d'éviter les ralentissements.

RÉPONSES.

SOMMAIRE.

Autriche :

Sud de l'Autriche.

Société autrichienne-hongroise privilégiée des chemins de fer de l'État.

Nord-Ouest autrichien et jonction Sud-Nord allemande.

Belgique :

État belge.

Danemark :

État danois.

États-Unis d'Amérique :

Pennsylvania Railroad.

France :

Paris-Lyon-Méditerranée.

Ouest français.

Est —

Nord —

Midi —

Grande-Bretagne et Colonies.

North Eastern Railway.

Great —

London and South-Western Railway.

Lancashire and Yorkshire Railway.

Great Northern Railway.

London Brighton and South Coast Railway.

Manchester Sheffield and Lincolnshire Railw

Caledonian Railway.

Glasgow and South-Western Railway.

Great Indian Peninsula Railway.

Great Western Railway.

North British Railway.

Midland Railway.

Nouvelle-Galles du Sud.

London and North-Western Railway.

Pays-Bas :

Chemin de fer Hollandais.

Portugal :

Compagnie royale des chemins de fer portug

Suisse :

Gothard.

AUTRICHE-HONGRIE.

—

Société autrichienne-hongroise privilégiée des chemins de fer de l'État.

1° Non.

2° D'après l'ordonnance du gouvernement, tout train, en abordant une aiguille par la pointe, doit, en Autriche, ralentir sa vitesse à 50 ou 30 kilomètres (31 ou 18 1/2 milles), selon que la position de cette aiguille est assurée par un verrouillage ou non. Toutefois, notre Administration fait ralentir sans exception à 30 kilomètres (18 1/2 milles).

3° Le parcours des aiguilles prises en talon a lieu sans ralentissement.

4° 30 kilomètres (18 1/2 milles) à l'heure.

5° Le tracé de la bifurcation n'est pas symétrique; il se compose d'un alignement droit d'une part et d'une section de courbe d'autre part; l'alignement droit appartient à la ligne principale.

6° Ce n'est que dans quelques gares en lignes à voie unique que le train rapide entre dans la courbe du changement en abordant l'aiguille en pointe.

7° Dans la voie principale de nos lignes, il n'y a pas, en dehors des gares, de bifurcations symétriques.

8° Dans les cas des bifurcations non symétriques, dont il s'agit au n° 6, le rayon minimum est de 300 mètres (15 chains); quant à la vitesse maximum, voir les réponses aux n°s 2 et 3.

9° Sur les lignes à deux voies, nous évitons le plus possible la prise en pointe des aiguilles. A cet effet, nous avons adopté la disposition ci-après :

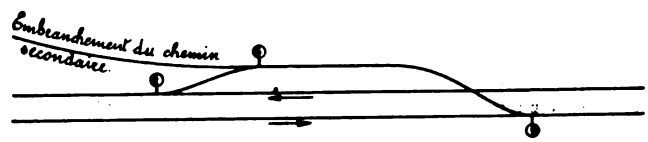


Fig. 13.

a) Ce cas ne se présente pas sur nos lignes.

b) Le rayon de l'arc du changement est plus ou moins grand, selon que la bifurcation est franchie par des trains plus ou moins rapides.

10° Nous n'employons que des aiguilles droites.

11° Nos aiguilles sont de profil spécial.

12° Le profil est celui d'une cornière à faces inégales, la face horizontale étant plus large que la base de nos rails, la face verticale moins haute que nos rails.

13° Nos croisements sont en acier et coulés en une pièce. Ils sont symétriques et réversibles.

14° L'angle minimum des croisements est de 4° 52′ (tg. 0.085) et celui des traversées est de 7° 14′ (tg. 0.127).

15° Aux traversées doubles, on fait usage de contre-rails dont l'exhaussement est de 30 millimètres (1 2/10 pouce).

16° Dans des gares, seulement, il y a des traversées en courbe.

17° En dehors des gares, nous évitons les traversées, en les remplaçant par des passages au-dessus ou en dessous.

18°, 19° Non.

20° Le rail intérieur des courbes des bifurcations n'est pas muni de contre-rail.

21° Les aiguilles des bifurcations dont il s'agit aux n°s 1 et 2 sont toujours verrouillées, ou conjuguées avec un appareil central d'enclenchement et de déclenchement.

22° Voir au n° 21.

23° La position normale des signaux aux bifurcations est à l'arrêt.

24°, 25°, 26°, 27° Non.

Chemins de fer du Nord-Ouest autrichien et jonction Sud-Nord allemande.

1° Oui, à savoir, deux : jonction des chemins de fer commerciaux de Bohême (*Böhmische commercialbahnen*) à notre ligne Tur-Titchin et la jonction du chemin de fer de la frontière de Moravie (*Mährische Grenzbahn*) à notre ligne Lichtenau-Mittelwalde.

2° Oui, dix embranchements dans la ligne principale Vienne-Tetschen, parcourus par les trains rapides avec une vitesse de 65 à 75 kilomètres (40 à 46 1/2 milles).

3° Non.

4° La plus grande vitesse des trains abordant les aiguilles par la pointe est :

Au cas n° 1 ci-dessus	30 kilomètres	(18 1/2 milles).
— n° 2 —	50 —	(31 —).

5°, 6°, 7° Dans tous les cas nommés, la ligne principale est construite en alignement droit.

8° Rayon minimum : 200 mètres (10 chains); vitesse maximum tolérée : 30 kilomètres (18 1/2 milles).

9° Toutes nos lignes nommées ci-dessus, sont construites à simple voie.

10° Il n'y a que des aiguilles droites.

11° On emploie des barres de profil spécial.

12° Les barres sont moins hautes que le rail ordinaire. (Voir fig. 14.)

13° On emploie des croisements en acier fondu.

14° Minimum : 5° 25'.

15° Non.

16° La disposition totale des bifurcations est toujours tracée en ligne droite, même si l'embranchement se trouve dans une courbe de la ligne principale ; toute la longueur de l'embranchement, à un minimum de 40 mètres (2 chains), est construite en alignement droit.

17° Une ligne principale n'est traversée par une autre ligne qu'au moyen d'un passage au-dessus ou en dessous.

18° Dans le cas n° 1 ci-dessus, où les deux bifurcations sont parcourues à toute vitesse, soit 30 kilomètres (18 1/2 milles), il n'y a aucune surélévation au rail extérieur de la courbe de l'embranchement.

Dans le cas n° 2, vitesse : 50 kilomètres (31 milles), la ligne principale est toujours tracée en alignement droit, et l'embranchement, qui est toujours parcouru avec une vitesse modérée, ne reçoit aucune surélévation.

19° En conséquence des principes mentionnés sous le n° 18 ci-devant, on n'a pas besoin d'autres moyens.

20° Seulement à la pointe du croisement le rail intérieur est muni d'un contre-rail ayant une longueur de $2^{m}75$ (9 pieds).

21° Oui, verrouillées et munies de lattes de calage.

22° Oui.

23° Les signaux sont situés à 500 mètres (24 1/2 chains) en avant de la bifurcation et la position normale indique pour la ligne principale : voie libre; pour l'embranchement : halte !

24° Pour toutes les bifurcations, les aiguilles, les croisements et les traversées sont de construction normale.

25° Oui dans tous les cas où la ligne secondaire de l'embranchement a des pentes tellement défavorables, qu'un déroulement de voiture est à craindre.

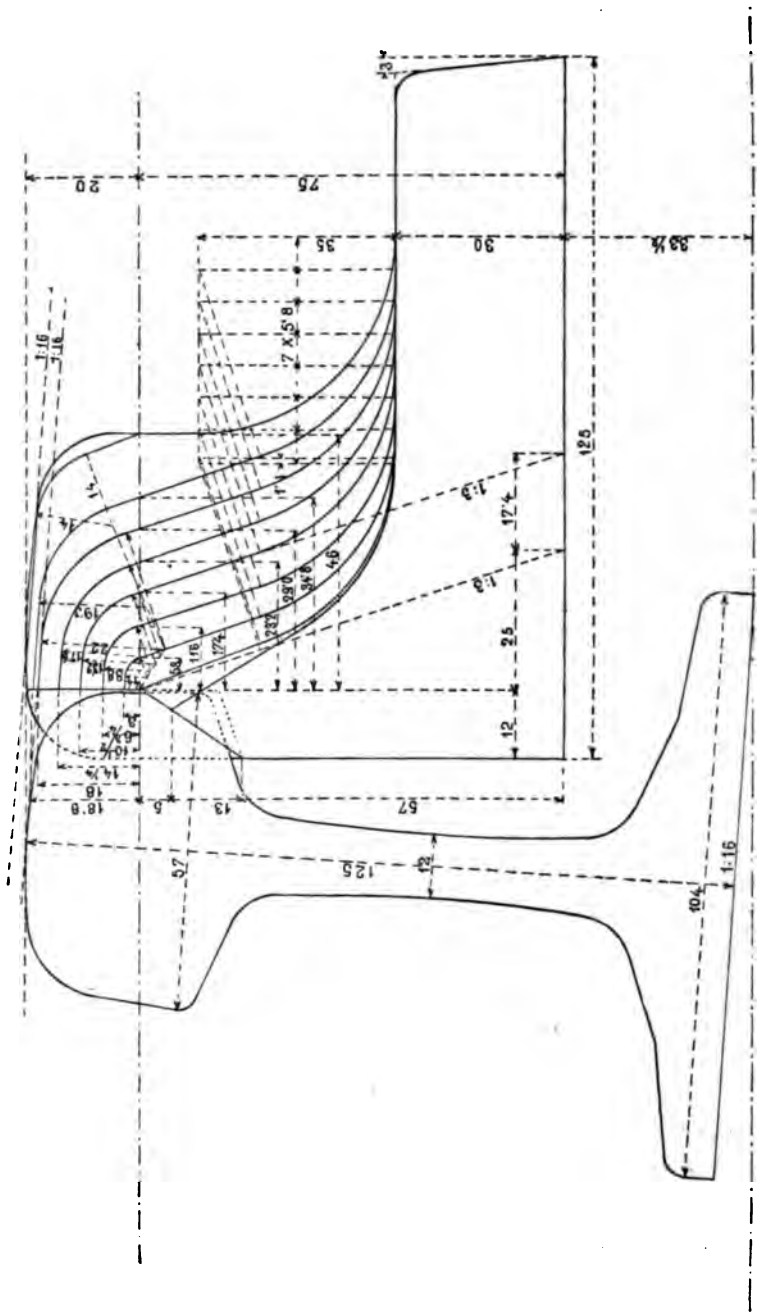


Fig. 14.

26° Tous les embranchements peuvent être franchis dans toutes les directions par tout le matériel roulant normal.

27° Aucun.

Chemins de fer du Sud.

1° Les bifurcations existantes sur nos lignes principales sont parcourues à toute vitesse par les trains de la ligne en alignement droit, lesquels abordent les aiguilles par le talon. Au passage des aiguilles à contre-pointe, la vitesse doit être modérée et ne pas dépasser 30 kilomètres (18 1/2 milles) à l'heure quand les aiguilles ne sont pas verrouillées, 50 kilomètres (31 milles) quand elles sont verrouillées. Les courbes des bifurcations doivent toujours être parcourues avec une vitesse réduite.

2° Il n'y a pas de bifurcations, dont la direction principale soit seule parcourue sans ralentissement, même par les trains abordant les aiguilles par la pointe.

3° Il n'y a pas de bifurcations parcourues à toute vitesse par les trains provenant des deux embranchements, car le passage des courbes doit toujours avoir lieu avec une vitesse réduite.

4° La vitesse maximum des trains abordant les aiguilles par la pointe est de 30 ou 50 kilomètres (18 1/2 ou 31 milles) comme il a été dit ci-dessus au n° 1.

5° Les bifurcations sont disposées de telle sorte que la ligne principale soit en alignement droit et la secondaire en courbe.

6°, 7° Voir au n° 5.

8° Le rayon minimum est de 300 mètres (15 chains) et la vitesse minimum de 30 ou 50 kilomètres (18 1/2 ou 31 milles) à l'heure, comme il a été dit au n° 1.

9° Les bifurcations où une ligne à simple voie se détache d'une ligne à double voie sont toujours portées dans les stations, et posées suivant le croquis ci-dessous (fig. 15) :

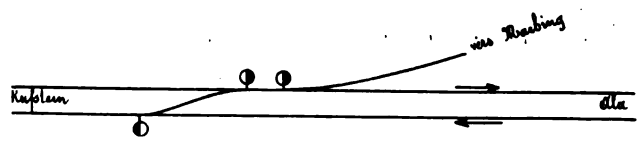


Fig. 15.

Les embranchements des chemins de fer industriels (*Schleppbahnen*) sont disposés de telle sorte que les trains de la voie principale abordent les aiguilles du changement de voie par le talon. (Voir fig. 16.) Quant à la vitesse, voir au n° 1.

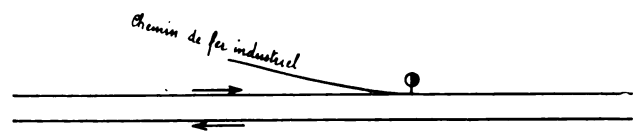


Fig. 16.

10° A toutes les bifurcations, on emploie des aiguilles courbes.

11° On emploie exclusivement des aiguilles confectionnées moyennant des fers L.

12° Ces aiguilles ont une hauteur moindre que celle des rails ordinaires et une base plus large.

13° On emploie des croisements d'acier coulé (Martin).

14° L'angle minimum des croisements est de 4° 54'.

15° Les contre-rails n'ont aucune surélévation.

16° Les croisements ont toutes les deux branches en droite.

17° Non.

18° Le rail extérieur des courbes n'est pas surélevé.

19° Le passage des courbes ne se fait pas à toute vitesse.

20° Le rail intérieur des courbes est muni de contre-rail uniquement au droit des croisements.

21° Les aiguilles des bifurcations sont toujours verrouillées ou manœuvrées d'un poste central. Les pédales ne sont pas employées.

22° Là où il y a des signaux, leur manœuvre est toujours enclenchée avec celle des aiguilles.

23° Le signal doit se trouver à une distance d'au moins 500 mètres (24 1/2 chains) de l'aiguille protégée par le signal et en position d'être vu par le train à une distance de 200 mètres (10 chains).

Sur les lignes en forte rampe, la distance de 500 mètres (24 1/2 chains) est réduite jusqu'à 300 mètres (15 chains).

24° On n'emploie pas de changements spéciaux qui permettent de maintenir la continuité de la voie principale.

25° Il n'y a pas de voies de sûreté aux bifurcations.

26° Pour faciliter le passage des courbes, les machines des trains express sont munies d'un avant-train mobile à deux essieux.

Pour les voitures à deux essieux des trains express, l'écartement des essieux est parfois rigide (écartement de 4m80) (15 pieds 9 pouces); parfois les essieux sont déplaçables (*Lenkachsen* = écartement de 5m70) (18 pieds 8 pouces); cet écartement garantit le libre passage sur les courbes des changements de voie.

Les voitures plus longues sont munies de trucks mobiles à deux essieux.

BELGIQUE.

Chemins de fer de l'État.

1°, 2° Non.

3° Pas actuellement, mais il est très probable que, dans un avenir rapproché, les aiguilles abordées par le talon pourront être parcourues à toute vitesse.

4° 60 kilomètres (37 milles) à l'heure.

5° Non.

6° La vitesse de 60 kilomètres (37 milles) à l'heure, dont il est question au n° 4, n'est admise que pour la branche de bifurcation en ligne droite ou à grand rayon.

7° Néant.

8° Le rayon minimum est de 450 mètres (22 1/2 chains).

La plus grande vitesse tolérée est de 60 kilomètres (37 milles), ainsi qu'il est dit plus haut, dans la branche droite.

Dans la branche déviée, elle est de 40 kilomètres (25 milles) à l'heure.

9° Voir figures 17 à 20.

a) Le cas ne se présente pas.

b) Voir figure 21.

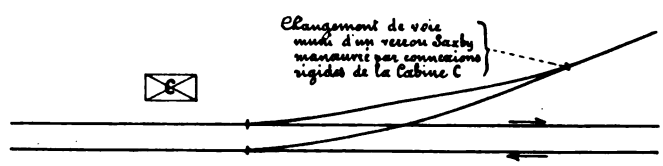
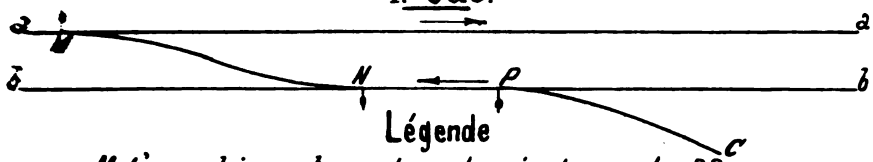


Fig. 21.

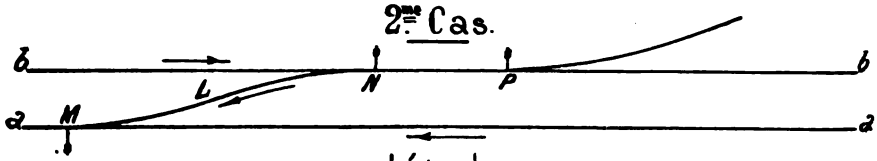
1.er Cas.



Légende

M L'excentrique est ouvert sur la voie de gauche aa.
N ___id___ ___id___ sur la voie bb.
P ___id___ ___id___ sur la ligne à simple voie C.

2.me Cas.

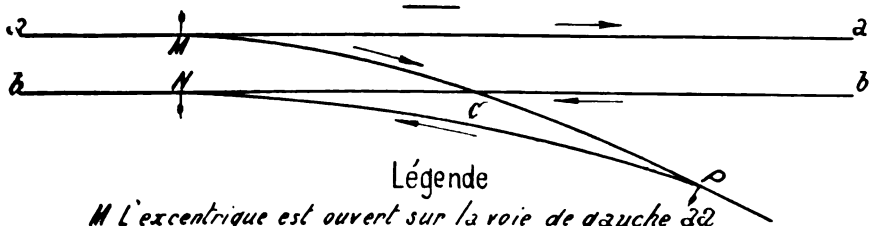


Légende

M L'excentrique est ouvert sur la plus fréquentée des deux voies
N ___id___ ___id___ sur la liaison de voie L
P ___id___ ___id___ sur la voie de droite bb

Fig. 18.

3.me Cas.

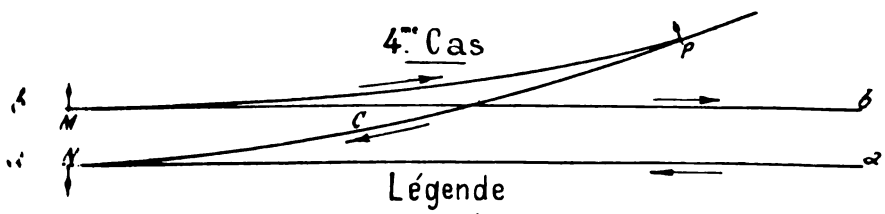


Légende

M L'excentrique est ouvert sur la voie de gauche aa
N ___id___ ___id___ sur la plus fréquentée des deux voies
P ___id___ ___id___ sur la voie C.

Fig. 19.

4.me Cas



Légende

M l'excentrique est ouvert sur la voie de droite bb
N id ___id___ sur la plus fréquentée des deux voies
P id ___id___ sur la voie C.

Fig. 20.

10° Non. Les aiguilles pour rails de 52 kilogrammes (105 livres par yard) restent droites, c'est-à-dire que l'axe est rectiligne. Seulement, elles sont pratiquement ployées et rabotées sur une certaine longueur (fig. 22).

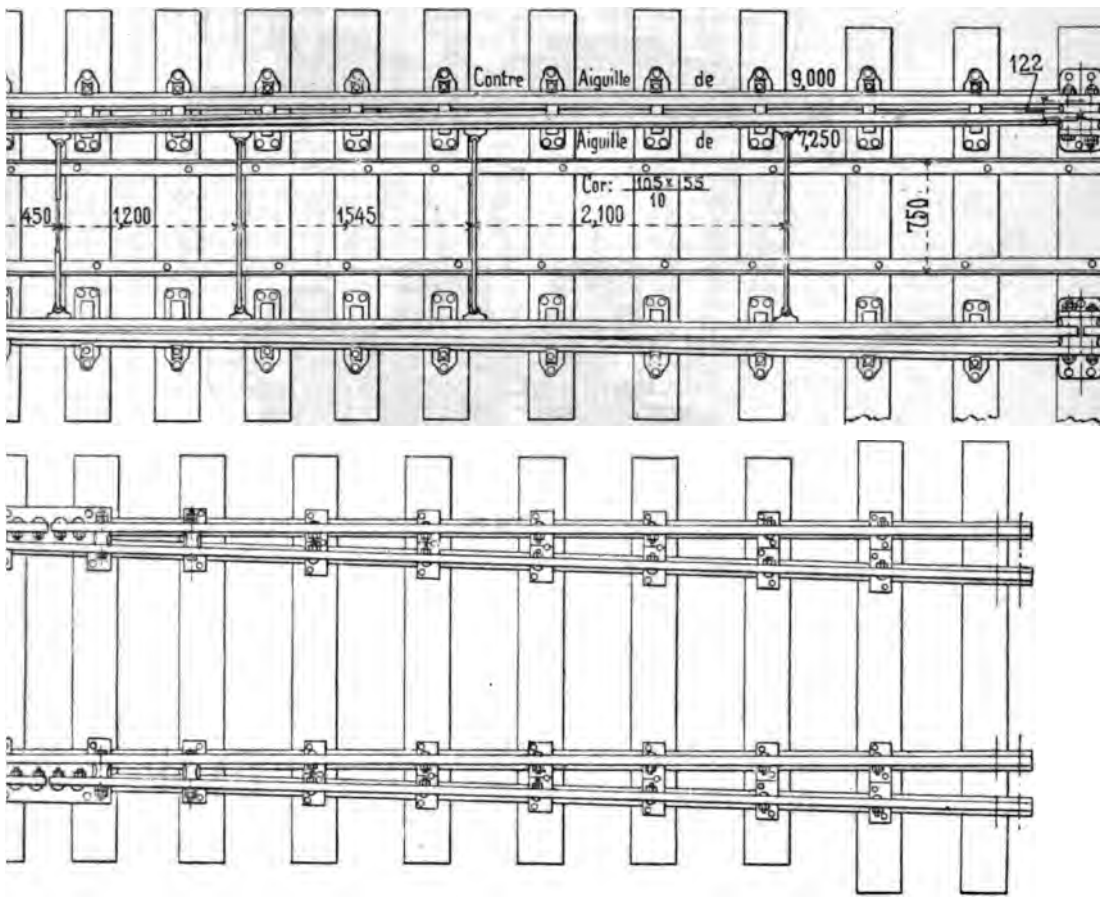


Fig. 22.

11° L'aiguille du changement en rails de 52 kilogrammes (105 livres par yard) est de profil spécial (fig. 23, 24, 25).

12° La barre est plus basse que le rail.

13° Formés de rails.

14° L'angle minimum des croisements des lignes à circulation rapide est de 4° 35′ 56″ pour le croisement C′ (fig. 26 et 27).

Pour les traversées, l'angle minimum est de 7° 06′ 14″ (fig. 26 et 28).

15° On fait usage d'un contre-rail surélevé de profil spécial pour tous les angles des traversées, lorsqu'il s'agit de lignes à circulation rapide.

La saillie de ce contre-rail au-dessus du niveau du rail est de 0m05 (fig. 29).

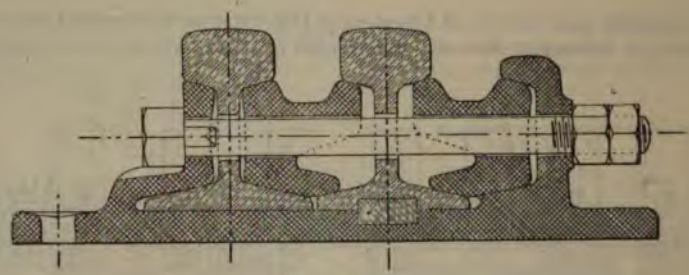


Fig. 23.

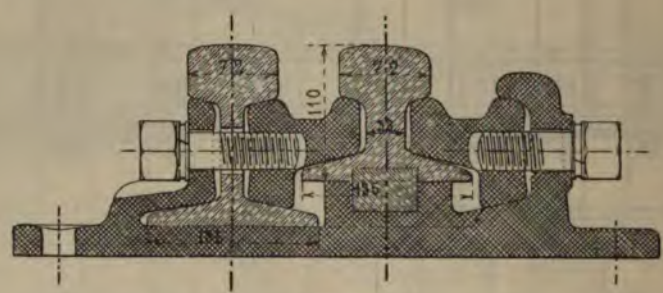


Fig. 24.

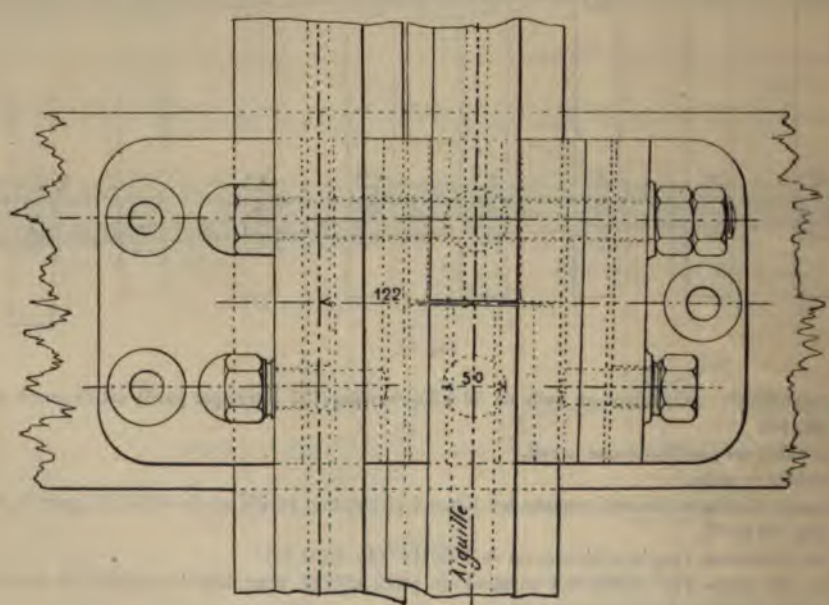


Fig. 25.

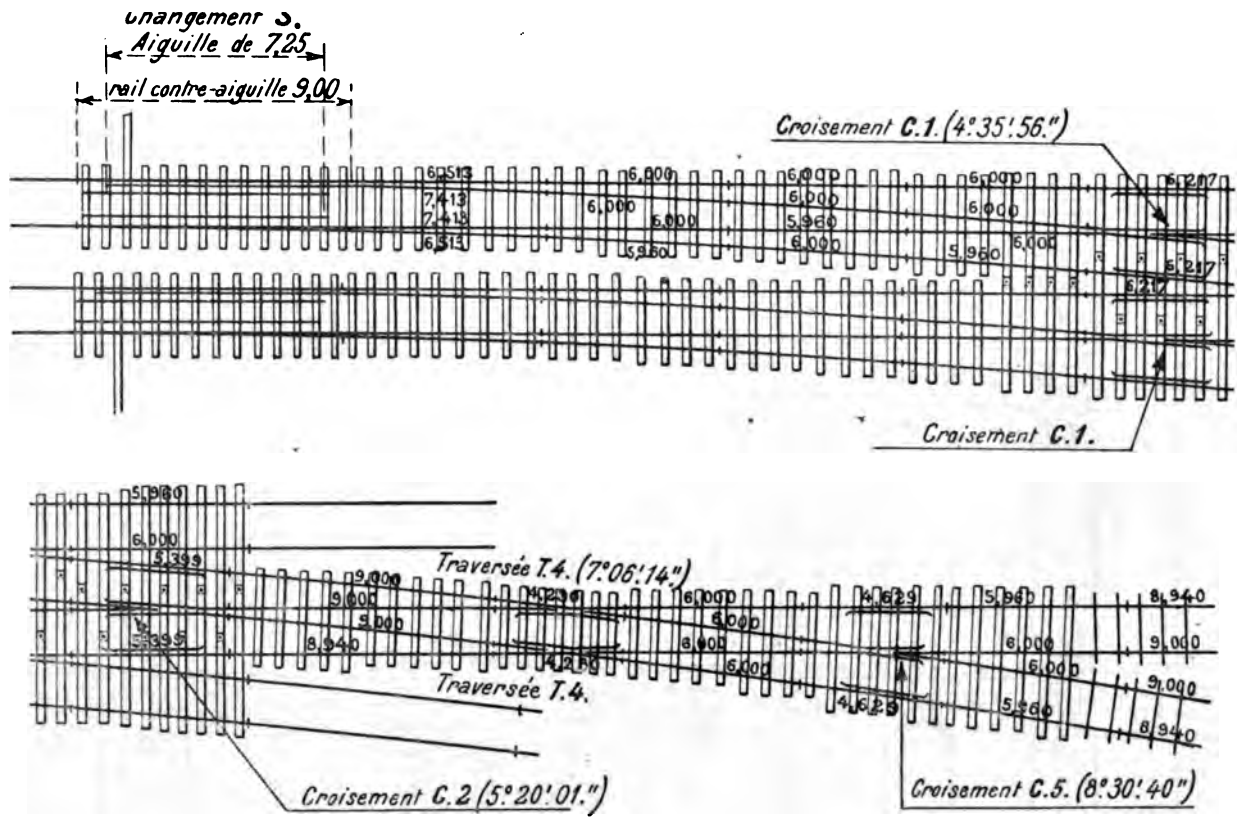

Aiguille de 7,25
rail contre-aiguille 9,00
Croisement C.1. (4°35'56.")
Croisement C.1.
Traversée T.4. (7°06'14.")
Traversée T.4.
Croisement C.2 (5°20'01.")
Croisement C.5. (8°30'40")

Fig. 26.

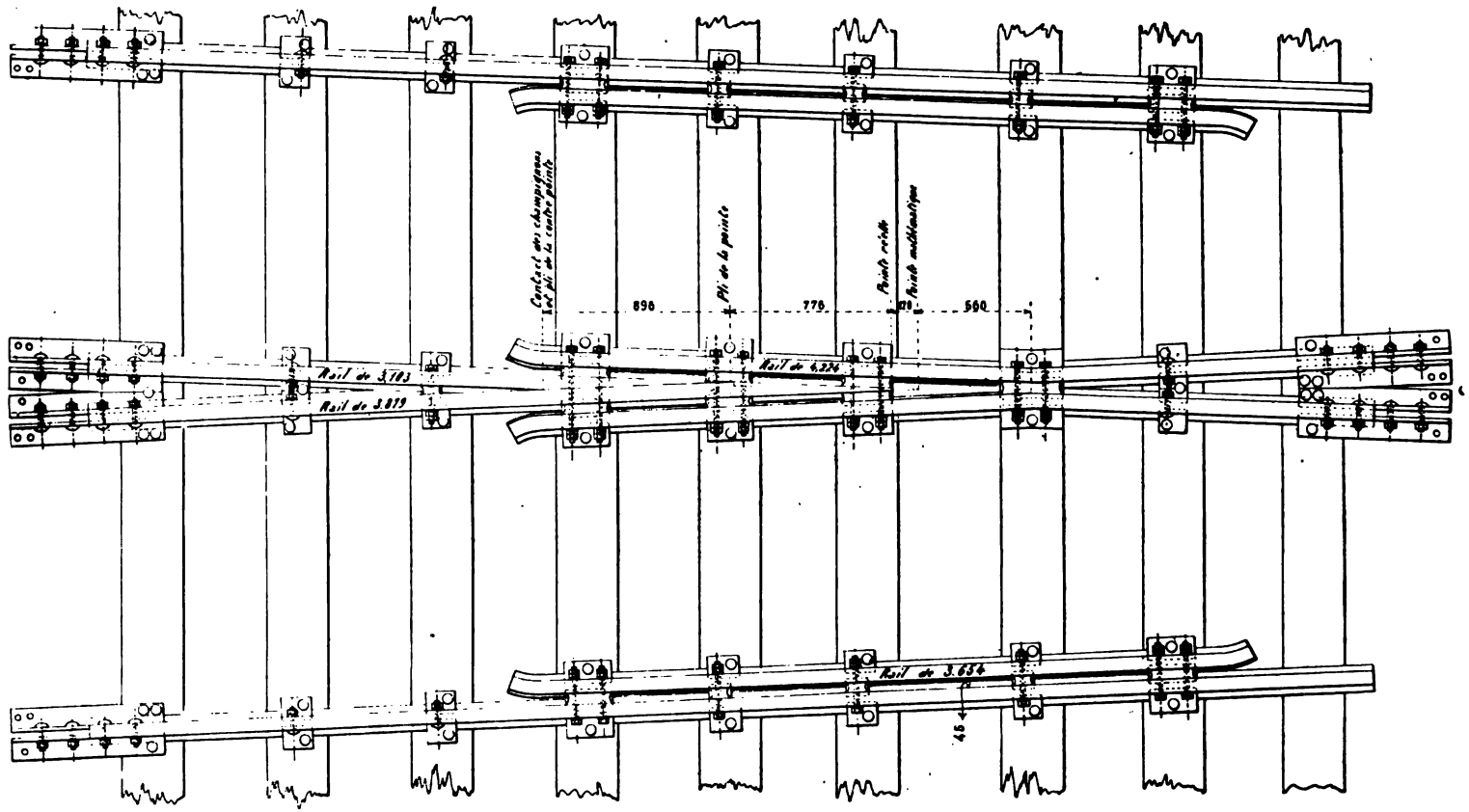
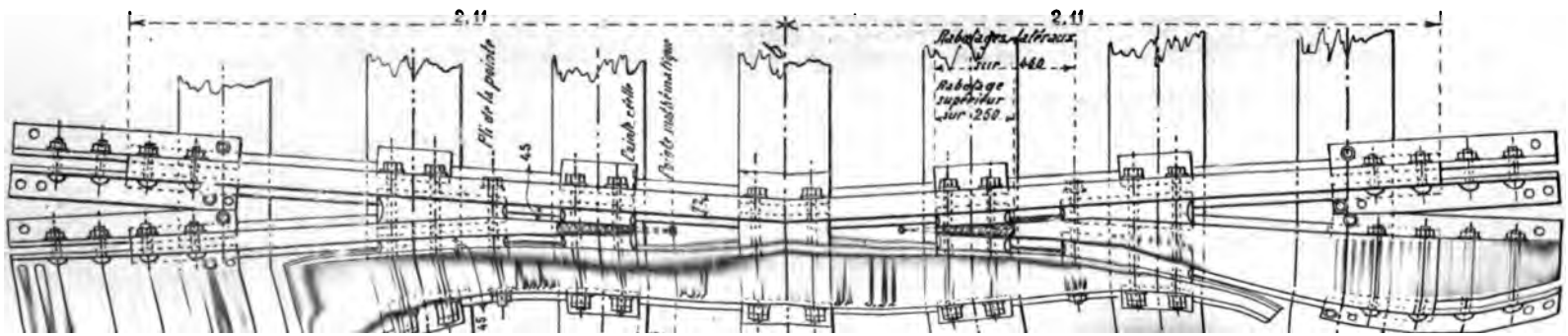
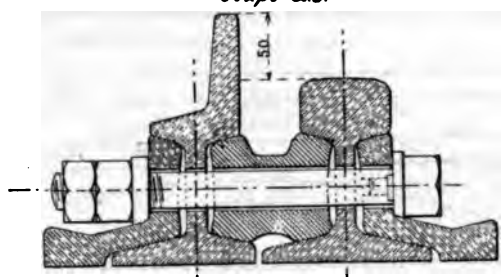

Contact des champignons sur pli de la centre pointe
Pli de la pointe
Pointe rivée
Pointe mobile
896
775
560
Rail de 3.783
Rail de 3.879
Rail de 4.324
Rail de 3.634
45

Fig. 27.


2.11
2.11
Pli de la pointe
45
Pointe rivée
Pointe mobile
Rabotage inférieur
sur 442
Rabotage supérieur
sur 250
45

Coupe a.b.



Echelle de 1:5

Fig. 29.

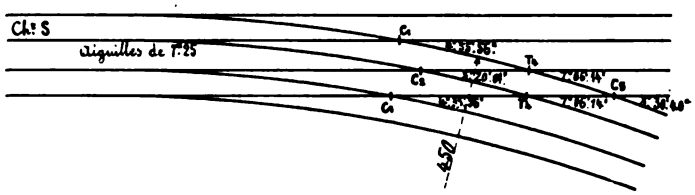


Fig. 30.

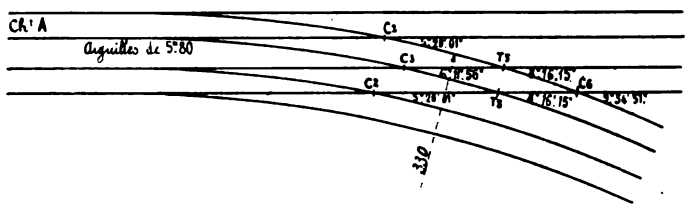


Fig. 31.

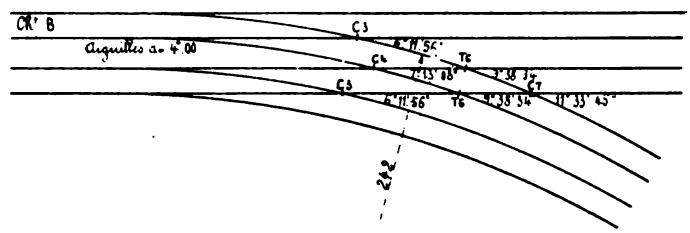


Fig. 32.

L'Administration de l'État belge fait usage de trois types de changements, de sept types de nents et de trois types de traversées donnant trois bifurcations complètes de 450m00 (22 chains pieds), 330m72 (16 chains 8 4/10 pieds), 242m76 (12 chains 1 3/10 pied) de rayon extérieur première (fig. 30) est destinée à armer les bifurcations de deux lignes internationales, quand les vont vite dans les deux directions. Elle n'est pas employée en station.
econde est employée dans les bifurcations d'une ligne importante (en ligne droite ou à grand rayon) ne ligne secondaire.

Elle est employée aussi pour l'entrée directe des stations possédant un service local (fig. 33), ainsi que pour tous les cas où les trains entiers circulent en service régulier dans la voie déviée.

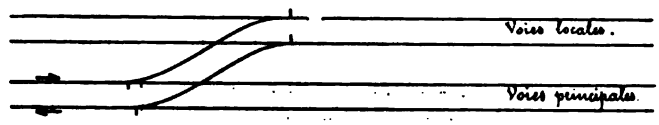


Fig. 33.

La troisième bifurcation avait été réservée aux stations intermédiaires sans service local, quand la voie déviée n'est parcourue que par des trains ou des machines en manœuvre.

Il a été reconnu que les angles de ces derniers appareils étaient trop ouverts, ce qui amenait une usure rapide des branches.

On a remplacé la troisième bifurcation par une bifurcation mixte comme suit (fig. 34) :

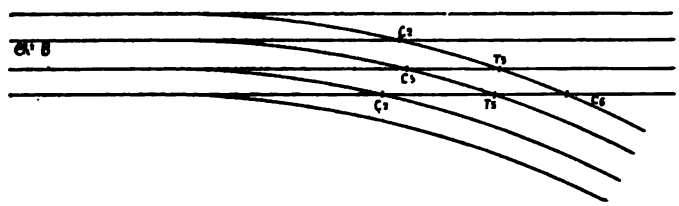


Fig. 34.

La petite longueur de l'aiguille de changement B n'ayant pas produit de mauvais effet, on n'a p à propos d'adopter le changement A.

Cependant, notre expérience semble indiquer qu'avec des rails lourds, dont le métal est relati peu travaillé par le laminage, il convient de prendre de petits angles de croisement et de grand gueurs d'aiguilles.

Les changements de voie et les croisements se construisent de droite ou de gauche, selon que secondaire se détache à droite ou à gauche (fig. 35).

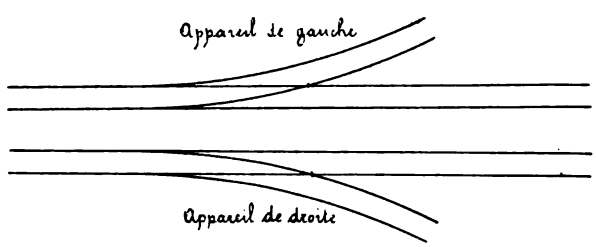


Fig. 35.

La contre-aiguille est ployée comme l'indique les plans.

Trois particularités nouvelles sont à signaler dans le tracé, la construction et la pose de ces a

a) *Tracé*. — La courbe de la bifurcation est supposée continue et tangente au talon de l'aig

croisement ou la traversée est placé tangentiellement à la courbe, mais il est construit droit. La courbe opposée est circulaire, de telle sorte que le tracé est le suivant :

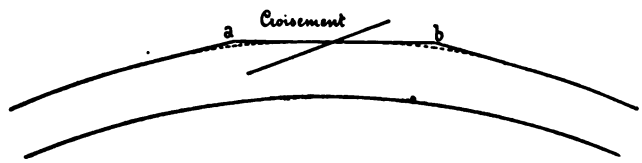


Fig. 36.

Il reste donc en *a* et *b* deux petites surlargeurs que l'on fait disparaître autant que possible pendant la pose.

La régularité de la courbe et son centrage parfait évitent les chocs durs aux variations de courbure.

b) *Construction.* — L'aiguille est d'un profil spécial qui laisse intact le rail contre-aiguille. Il en résulte une solidité beaucoup plus grande de l'appareil, et plus de simplicité par la suppression des pièces accessoires. La difficulté de créer un bon talon d'aiguille avec cette disposition a été résolue pour le coussinet à lentilles d'acier qui donne jusqu'ici de bons résultats.

Le contre-rail de la traversée est également d'un profil spécial donnant une grande facilité de construction.

c) *Pose.* — La pose se fait sur pièces de bois de grande longueur qui évitent l'enchevêtrement des extrémités et permettent un bourrage facile de tous les supports (voir les plans de pose).

Résultats. — Les résultats sont satisfaisants, dans l'ensemble. On remarque seulement une usure assez rapide des parties coudées *a* et *b* (fig. 37).

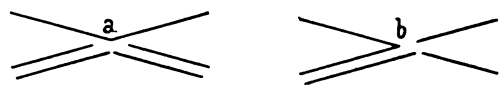


Fig. 37.

L'entretien est aussi facile que celui de la voie courante.

17° Pour la ligne projetée d'Anvers-Sud à Malines, il a été prévu au Neckerspoel un passage supérieur pour permettre la traversée d'une voie au-dessus des deux voies existantes de Malines à Anvers (fig. 38).

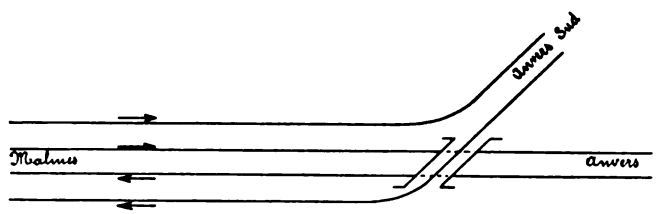


Fig. 38.

18° Non, puisque l'embranchement principal est en ligne droite et que les deux traversées doivent être au même niveau.

19° On se contente du ralentissement de 40 kilomètres (25 milles) à l'heure dans les courbes des bifurcations.

Ce ralentissement est contrôlé par des dromoscopes et dromopétards de Le Boulengé.

20° Le rail intérieur des courbes des bifurcations n'est pas muni de contre-rails sur toute sa longueur. Des contre-rails sont placés en face des solutions de continuité existant aux croisements et aux traversées. Le dispositif consistant à placer un contre-rail en avant des changements de voie a été appliqué, mais a été abandonné à cause du manque d'efficacité.

21°, 22° Oui.

23° A l'arrêt.

24° L'appareil Williams a été mis à l'essai, mais a donné de mauvais résultats.

La manœuvre de cet appareil est difficile et la pièce mobile n'étant pas suffisamment maintenue se déplace au passage des trains lorsque le croisement est ouvert ou fermé.

25° Il en existe une à Roux.

Ce dispositif est employé parce que la voie secondaire est en forte pente.

26° Aucun train ne parcourt à toute vitesse les voies en courbe des bifurcations.

27° Néant.

DANEMARK.

Chemins de fer de l'État.

1°, 2° Oui.

3° Non.

4° 90 kilomètres par heure.

5° Non.

6° Oui.

7° Néant.

8° Le rayon minimum : 315 mètres (15 1/2 chains); la plus grande vitesse : 90 kilomètres (56 milles) par heure environ.

9° De telles bifurcations ne se trouvent pas sur notre réseau.

10° Non.

11° On emploie des aiguilles formées de barres de profil spécial (voir le dessin de l'aiguillage, fig. 39 à 44).

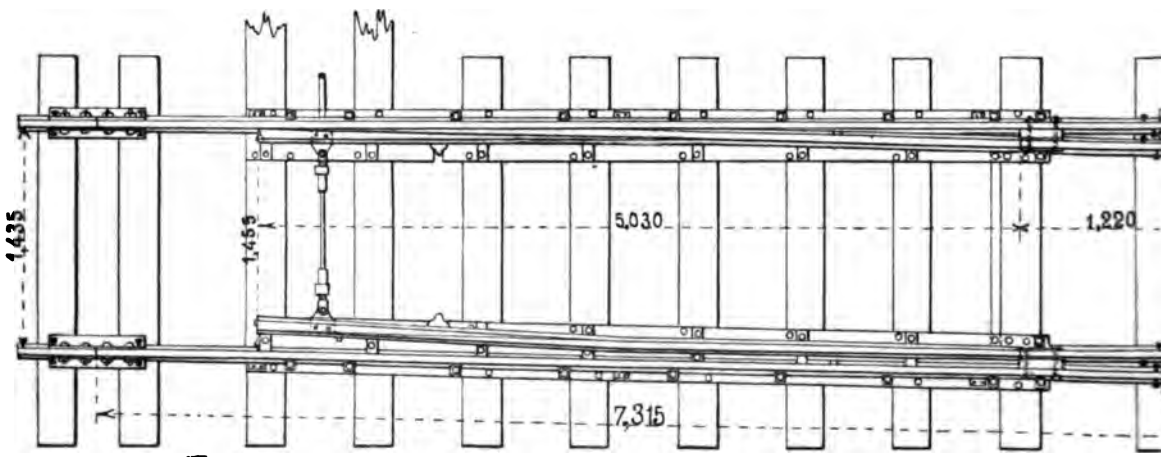


Fig. 39.

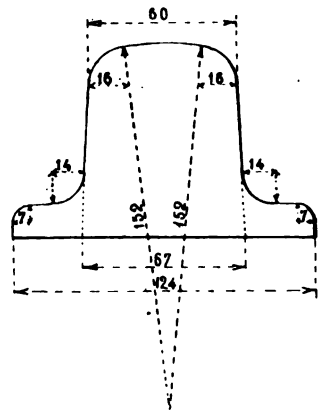


Fig. 40.

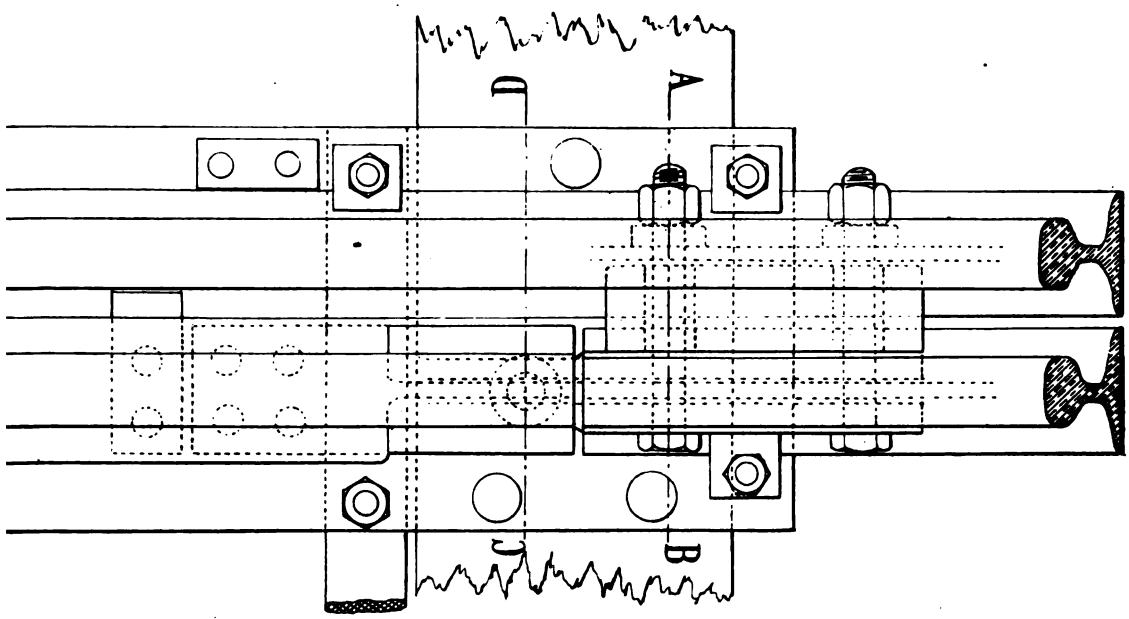


Fig. 41.

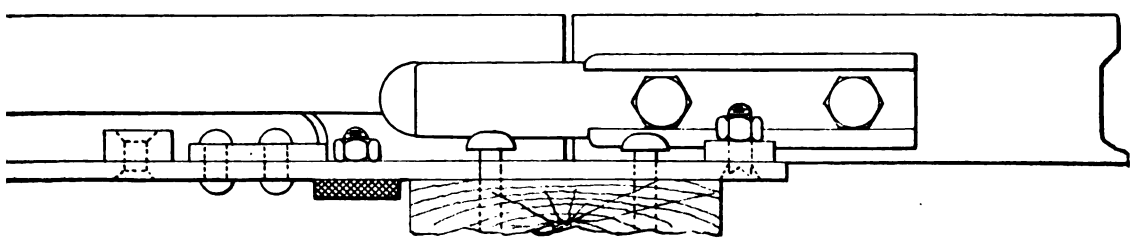


Fig. 42.

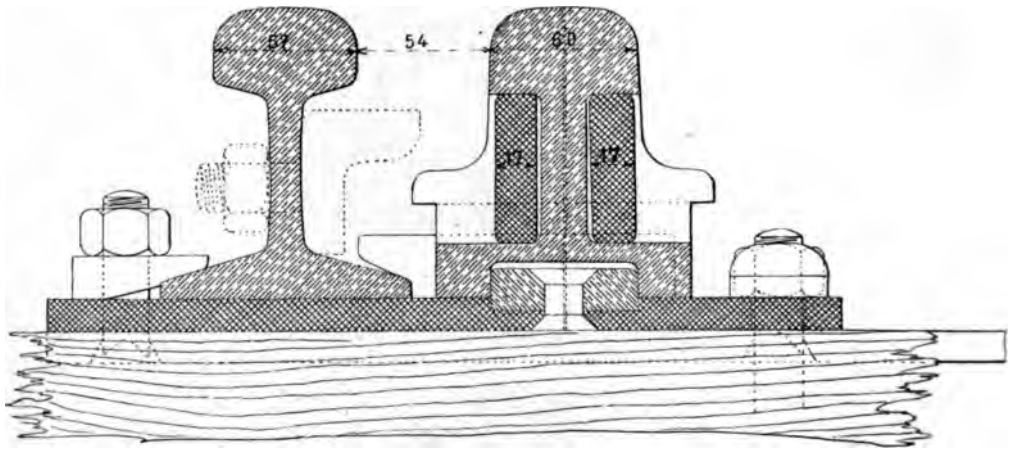


Fig. 43.

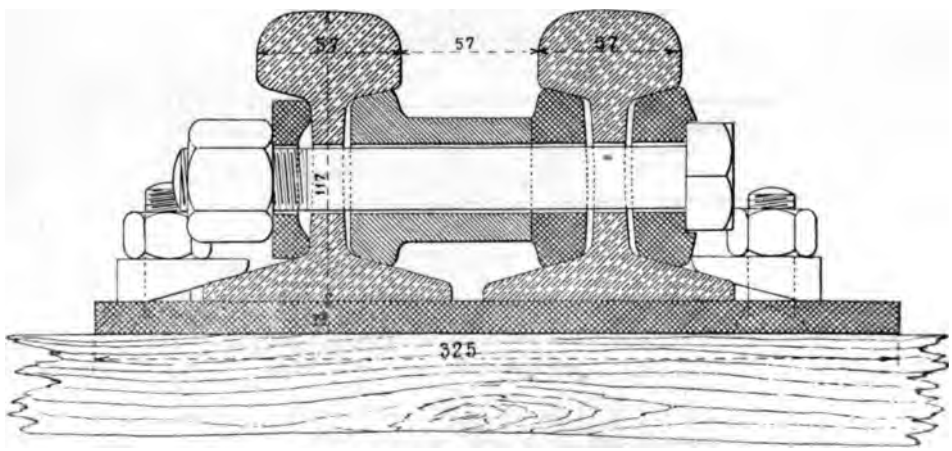


Fig. 44.

12° On emploie des barres à large base, mais moins hautes que le rail ordinaire.

13° Formés de rails et avec une pointe d'acier forgée.

14° La tangente de l'angle = 1/12.

15° Non.

16° Elles se trouvent toujours en ligne droite.

17°, 18° Non.

19° Dans le cas en question, on a fait le clouage plus fort et appliqué des cales s'appuyant sur la face extérieure du rail.

20° Seulement à la hauteur du cœur de croisement.

21° Elles sont toujours verrouillées.

22° Oui.

23° Signal d'arrêt.
24° Non.
25° Oui.
26° Non.
27° Néant.

ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE.

Pennsylvania Railroad Company.

1° Oui. Par exemple, l'Harrison' s Jonction dans la Div. de New-York.
2°, 3° Oui.
4° Vraisemblablement 80 kilomètres (50 milles) à l'heure.
5° La bifurcation de Harrison est à peu près symétrique.
La ligne principale est en courbe de grand rayon, la secondaire est en ligne droite.
6° Non.
7° Environ 2° (873 mètres (43 chains 8 pieds) de rayon). Pas de limitation de vitesse.
8° Il n'y en a pas.
9° { *a*) Voir figure 45.
{ *b*) Voir figure 46.

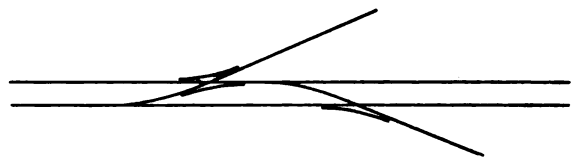


Fig. 45.

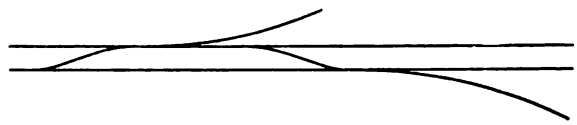


Fig. 46.

10° Non.
11° Rails ordinaires.
12° On n'emploie pas de rails spéciaux.
13° Formés de rails.
14° 3° 49'.
15° Le contre-rail est au même niveau que le rail portant.
16° Il y a des bifurcations établies dans des voies en courbe.
17° Oui.
18° Aux courbes des changements de bifurcation on ne donne pas de dévers.

Aux courbes ordinaires, le rail extérieur présente le dévers d'un pouce par degré de courbure (1). dévers est obtenu en soulevant une extrémité de la traverse.

19° Des contre-rails sont placés, à l'intérieur de la voie, latéralement au rail intérieur et des con fiches sont employées extérieurement au rail extérieur. Les courbes ainsi renforcées ne sont pourtant considérées comme propres aux grandes vitesses.

20° Seulement en quelques endroits spéciaux.

21°, 22° Oui.

23° A l'arrêt.

24° On n'emploie aucun dispositif spécial.

25° Oui, à plusieurs traversées à niveau. La voie latérale n'avait pas été posée à cette fin, mai était un tronçon de voie que l'on a utilisé comme voie de sûreté.

26° Nous estimons que notre matériel roulant normal peut passer avec sécurité sur tous les poi nos lignes.

FRANCE.

Chemins de fer de Paris-Lyon-Méditerranée.

1° Non.

2° Oui.

3° Non.

4° Pour la direction principale. Pour les autres directions, 20 kilomètres (12 1/2 milles).

5°, 6°, 7°, 8° Néant.

9° { a) b) } Voir figures 47 et 48.

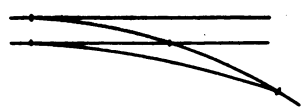


Fig. 47.

Fig. 48.

10° Non.

11° Profil spécial.

12° Même hauteur.

13° Formés de rails.

14° 0.09.

15° Oui. Traversée, 0.013; saillie, 0.05.

16° Le plus souvent en courbe.

17° Rarement.

18° Surélévation correspondante à la vitesse.

19°, 20° Non.

21°, 22° Oui.

23° A l'arrêt.

24°, 25°, 26° Non.

27° Néant.

(1) Comme on le sait, par l'expression degré de courbure on entend généralement aux États-Unis l'angle au cen dans la courbe considérée est sous-tendu par une corde ayant 30m50 (100 pieds) de longueur. (*Note du rappor*

Chemins de fer de l'Ouest.

1° Il n'existe sur notre réseau aucune bifurcation franchie à toute vitesse, dans une direction quelconque.

Il est, au contraire, rappelé aux mécaniciens, qu'en vertu de l'article 37 de l'ordonnance de 1846 : « A 500 mètres (24 1/2 chains) au moins avant d'arriver au point où une ligne d'embranchement vient croiser la ligne principale, le mécanicien devra modérer la vitesse de telle manière que le train puisse être complètement arrêté avant d'atteindre ce croisement, si les circonstances l'exigent. »

Cette mesure doit être rigoureusement observée sur les voies montantes et descendantes, soit du tronc commun, soit de chacune des deux lignes qui composent la bifurcation.

2° La recommandation faite à nos mécaniciens, et rappelée dans la réponse ci-dessus, est absolue.

Il n'existe, en conséquence, sur notre réseau aucune bifurcation dont la direction principale soit parcourue sans ralentissement.

3° Les recommandations ci-dessus sont également applicables aux trains qui, venant de l'un des deux embranchements vers le tronc commun, n'abordent pas les aiguilles par la pointe.

4° La vitesse des trains et machines ne doit pas dépasser au passage des aiguilles abordées par les pointes : 30 kilomètres (18 1/2 milles) à l'heure, pour les trains de voyageurs et les machines isolées ; 20 kilomètres (12 1/2 milles) à l'heure, pour les trains de marchandises.

Toutefois, cette vitesse pourra être portée jusqu'à 50 kilomètres (31 milles) sur autorisations spéciales, dans des circonstances déterminées (art. 36 de la 70e annexe à l'ordre général n° 4). Mais, jusqu'à présent, il n'a pas été autorisé de vitesse supérieure à 40 kilomètres (25 milles).

5° La plupart de nos bifurcations sont établies suivant le type présenté par le croquis ci-dessous

Fig. 49.

(fig. 49) avec une voie en alignement et l'autre en courbe; le rayon de raccordement entre le talon des aiguilles et le croisement est de 300 mètres (15 chains) environ.

6° Quelques bifurcations placées dans des situations spéciales, par rapport aux dispositions locales, sont établies avec des courbes symétriques, dirigées en sens inverse; les courbes ont alors environ 500 mètres (24 1/2 chains) de rayon.

Dans l'un ou l'autre cas, la circulation des trains a lieu comme il est dit ci-dessus au n° 1.

7° Dans ce cas, le rayon des courbes est de 500 mètres (24 1/2 chains) environ. La vitesse maximum tolérée est celle indiquée à la réponse ci-dessus au n° 4.

8° Ainsi qu'il a été dit ci-dessus au n° 5, le rayon minimum des courbes dans les bifurcations non symétriques est de 300 mètres (15 chains) environ. Quant à la vitesse maximum, elle est toujours fixée comme il est dit ci-dessus au n° 4.

9° Les dispositions les plus fréquemment adoptées pour les bifurcations sont celles représentées par les croquis ci-après.

Dans tous les cas, la circulation des trains a lieu comme il est dit ci-dessus au n° 1.

Les dispositions représentées par les figures 50 et 51 sont généralement adoptées. Lorsque des croisements de trains doivent avoir lieu sur l'embranchement à simple voie près de la bifurcation, on emploie la disposition représentée par la figure 51.

La figure 52 indique une disposition plus rarement adoptée; il faut, dans ce cas, que les aiguilles de la

communication précédant l'aiguille d'embranchement soient prises en talon par les trains circulant sur la branche à double voie.

Fig. 50.

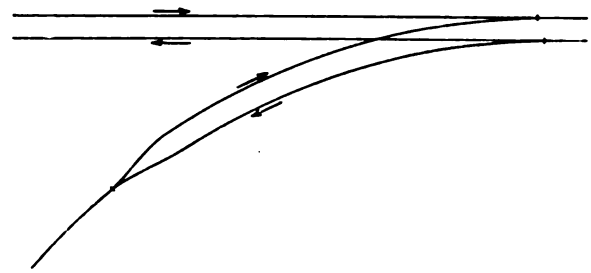


Fig. 51.

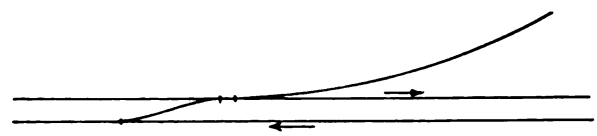


Fig. 52.

10° Nous ne faisons usage d'aiguilles courbes dans aucun de nos changements, soit qu'ils soient établis dans des voies en alignement, soit qu'ils soient établis dans des voies en courbe.

11° Le profil de nos aiguilles des changements de voie exécutés en rails à double champignon est le même que celui des rails ordinaires ; nous employons, au contraire, un profil spécial pour les aiguilles des changements en rails Vignoles.

12° Pour les aiguilles en rails Vignoles, les barres ont 130 millimètres (5 1/10 pouces) de hauteur, le rail ordinaire n'ayant que 125 millimètres (4 9/10 pouces) de hauteur. L'épaisseur de l'âme est de 14 millimètres (55/100 pouces) au lieu de 12 millimètres (47/100 pouces) dans les rails ordinaires ; le patin des barres pour aiguilles a, de plus, un profil spécial, *la base* étant inclinée au 1/20 sur l'axe de l'âme.

13° Les croisements ordinaires et de traversée *employés* sur notre réseau sont presque tous en acier martelé et raboté.

14° L'angle minimum pour nos croisements ordinaires est de 4° 45 et pour nos croisements de traversée de 5° 30, tant pour les bifurcations que pour les appareils des gares.

15° Nous ne faisons usage du contre-rail surélevé que dans les croisements de traversée de 5° 30 qui sont surtout utilisés pour les traversées à aiguilles.

Dans ce cas, ce contre-rail a 70 millimètres (2 8/10 pouces) de hauteur au-dessus du rail et 470 millimètres (18 1/2 pouces) de longueur.

16° Les croisements et les traversées se trouvent tantôt en ligne droite, tantôt en courbe.

17° Cette disposition a été réalisée en différents points, notamment à Saint-Cloud (embranchement de la gare des fêtes), où elle a été projetée et exécutée en 1839, et à l'embranchement de la ligne de Saint-Cloud à l'Étang-la-Ville.

18° La circulation des trains ayant lieu avec ralentissement, ainsi qu'il est dit au n° 1°, nous ne donnons au rail extérieur dans les courbes des bifurcations aucune surélévation.

19° Nous n'avons recours à aucun moyen spécial pour garantir la sécurité du passage des trains dans les courbes des bifurcations, cette circulation ayant lieu avec ralentissement dans les conditions indiquées au n° 1°.

20° Dans nos bifurcations, le rail intérieur n'est jamais muni de contre-rail.

21° A certaines bifurcations désignées par des ordres spéciaux et indiquées au livret de la marche des trains (V), les aiguilles abordées en pointe, dans le sens de la circulation normale des trains, sont munies d'un verrou relié à une pédale ou latte de calage qui les maintient dans une position invariable pendant le passage des trains et des machines.

L'installation de ce verrou, combinée avec les enclenchements qui relient entre eux les signaux et les aiguilles, permet aux trains dans lesquels le frein continu fonctionne effectivement et aux machines circulant isolément, de franchir ces bifurcations dans tous les sens, à une vitesse qui peut atteindre 40 kilomètres à l'heure, si les circonstances le permettent.

22° La manœuvre des aiguilles des bifurcations prises normalement en pointe est toujours enclenchée avec celle des signaux.

23° Les croquis ci-dessous indiquent les dispositions généralement adoptées pour les signaux des bifurcations.

1° *Voie unique sur voie unique.*

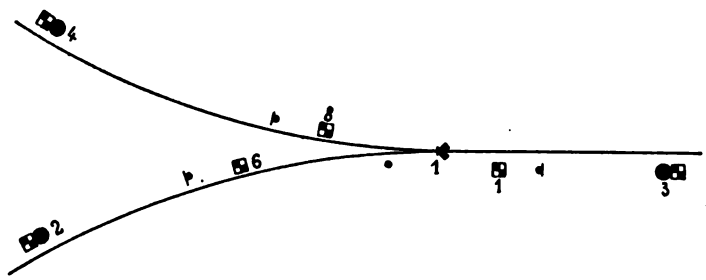


Fig. 53.

L'aiguille 1 (fig. 53) est normalement disposée sur la voie unique la plus fréquentée.

Les signaux 6, 8 et 1 sont normalement à l'arrêt.

Les signaux 2, 4 et 3 sont normalement à la voie libre.

Les signaux 2 et 6 sont reliés de telle sorte que pour ouvrir 6, il faut fermer 2.

Les signaux 4 et 8 sont reliés de telle sorte que pour ouvrir 8, il faut fermer 4.

Les signaux 1 et 3 sont reliés de telle sorte que pour ouvrir 1, il faut fermer 3.

Les signaux 6, 8 et 1 sont reliés de telle sorte qu'on ne puisse ouvrir qu'un seul de ces signaux à la fois.

2° *Voie unique sur double voie.*

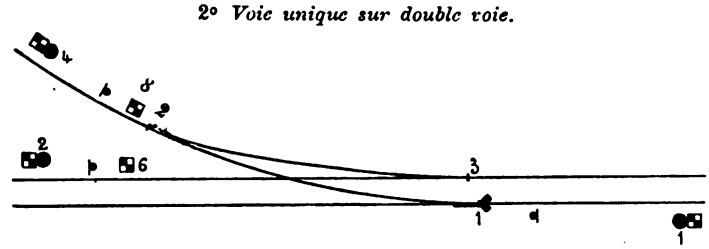


Fig. 54.

La traversée 2-1 (fig. 54) est manœuvrée par le même levier et normalement disposée dans la direction contraire à la traversée.

Le signal 8 est normalement à l'arrêt.

Les autres signaux sont normalement à voie libre.

Les signaux 4 et 8 sont reliés de telle sorte que pour ouvrir 8, il faut fermer 4.

Les signaux 2 et 6 sont reliés de telle sorte qu'il faut fermer le signal 2 avant le signal 6.

Les signaux 8 et 6 sont reliés de telle sorte qu'ils ne peuvent être ouverts simultanément.

Le levier des aiguilles de la traversée 2-1 est enclenché avec les signaux 6 et 8, de telle sorte que ces derniers doivent être fermés pour disposer les aiguilles dans la direction de la traversée.

3° *Double voie sur double voie.*

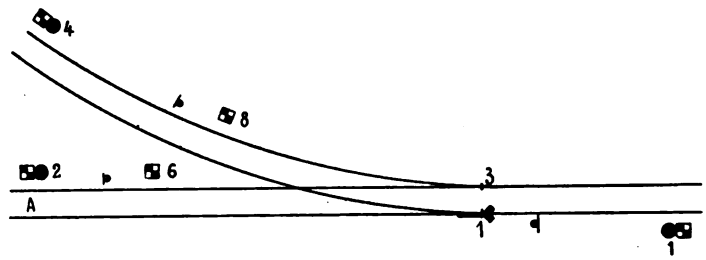


Fig. 55.

L'aiguille 1 (fig. 55) est verrouillée et normalement disposée sur la direction A la plus fréquentée.

L'aiguille 3 est rivée sur la direction la plus fréquentée.

Le signal 8 est normalement à l'arrêt.

Les autres signaux sont normalement à la voie libre.

Les signaux 4 et 8 sont reliés de telle sorte que pour ouvrir 8, il faut fermer 4.

Les signaux 2 et 6 sont reliés de telle sorte qu'il faut fermer le signal 2 avant le signal 6.

Les signaux 8 et 6 sont reliés de telle sorte qu'ils ne peuvent être ouverts simultanément.

L'aiguille 1 est enclenchée avec le signal 6, de telle sorte que ce dernier soit fermé pour dispo[illegible] l'aiguille dans la direction de la traversée.

24° Il n'est pas fait usage d'appareils d'aiguillage et de croisement spéciaux permettant de maintenir [illegible] continuité des voies dans les directions principales.

25° Les directions secondaires d'un petit nombre de bifurcations sont munies d'une voie de sécuri[illegible]; l'aiguille d'accès de cette voie et celle reliant la direction secondaire à la direction principale sont al[illegible] manœuvrées par le même levier.

26° Concerne le service du matériel et de la traction.

27° Les aiguilles prises en pointe de nos bifurcations n'étant pas précédées d'un signal carré, il n'a [illegible] été possible d'obtenir, par un enclenchement, la certitude que le verrouillage est effectif pendant le pass[illegible] des trains. Nous avons alors été amenés à munir les leviers indépendants des verrous d'un certain nom[illegible] de ces aiguilles d'un contrepoids suffisant pour ramener toujours ces leviers dans la position du ver[illegible] engagé; une pédale avec doigt d'arrêt permet aux aiguilleurs de maintenir le levier du verrou dans [illegible] position « verrou dégagé » pendant la manœuvre de l'aiguille.

Pour contrôler les vitesses maximums prescrites par nos règlements et indiquées dans les réponses aux paragraphes 4 et 21, nous établissons près de certaines bifurcations des appareils dits « dromo-pétards ».

Chemins de fer de l'Est.

1° Non.

2° Oui.

3° Non.
4° Environ 90 kilomètres à l'heure.
5° Ce cas ne se présente pas.
6° Ce cas ne se présente pas.
7° Rayon : 600 mètres. — Vitesse : 40 kilomètres.
8° La vitesse est limitée à 40 kilomètres sur les lignes en courbe.
9° (*a*) Ce cas ne se présente pas.
(*b*) Voir figure 56.

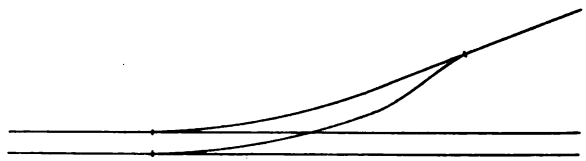


Fig. 56.

10° Non.
11° Rails ordinaires.
12° Barres ayant la même hauteur que le rail ordinaire.
13° Les croisements et traversées sont formés de rails assemblés.
14° 5° 30′.
15° Oui. — Pour les angles inférieurs à 11°. — Le contre-rail est constitué par un fer surélevé de 37 millimètres.
16° Les croisements et les traversées sont toujours en ligne droite.
17° Oui, en quelques points.
18° Oui, la même surélévation qu'en pleine voie. La surélévation est obtenue par l'inclinaison des traverses.
19° Non.
20° Généralement, le contre-rail est de longueur ordinaire, seulement on tend à les allonger parce qu'on diminue ainsi les chocs à l'entrée de l'appareil.
21° Ces aiguilles sont toujours verrouillées et munies de pédales.
22° Oui.
23° Actuellement, le signal carré (à petite distance) est seul normalement fermé, le disque avancé est normalement ouvert.
A l'avenir, les deux signaux seront normalement fermés.
24°, 25°, 26°, 27° Non.

Chemins de fer du Nord.

1° Ce cas ne se présente pas encore sur le réseau du Nord, mais se présentera très prochainement. Le règlement des bifurcations a été précisément préparé en vue de permettre de réaliser cette accélération du passage de toutes les bifurcations qui se présentent dans des conditions de courbure ou de déclivité favorables. On achève, sur quelques points du réseau, les travaux de rectification de voie ou d'installation de signaux nécessaires pour permettre la mise en vigueur de ce règlement, et il y a lieu de penser que toute amélioration sera réalisée dans le courant de l'année pour les points les plus importants du réseau du Nord.
2° Oui, ce cas se rattache au précédent, les signaux de la direction principale étant disposés, conformément au règlement, de manière qu'ils puissent être effacés en temps utile pour éviter tout ralentissement aux trains circulant sur cette ligne principale.

3° Non, le régime appliqué pour le passage des trains aux bifurcations est invariablement le même pour les deux sens de la circulation de chacune des lignes embranchées.

4° Celle fixée par les livrets itinéraires de marche des trains, et, en vertu du règlement, il n'est pas permis aux mécaniciens qui abordent une bifurcation d'user de la faculté qui leur est laissée, sur tous les autres points du réseau, d'augmenter de moitié, en cas de retard, la vitesse fixée par les livrets itinéraires.

5° La disposition symétrique et celle dissymétrique se présentent sur le réseau du Nord : cela dépend des dispositions locales.

6° Non.

7° Le rayon minimum des courbes est, dans ce cas, de 600 mètres (29 1/2 chains), et la vitesse maximum tolérée est la vitesse inscrite sur les livrets de marche des trains.

8° Le rayon minimum est de 300 mètres (15 chains) environ, et les plus grandes vitesses sont de 40 kilomètres (25 milles) pour les trains de voyageurs et 20 kilomètres (12 1/2 milles) pour les trains de marchandises.

9° Les croquis ci-dessous (fig. 57 et 58) indiquent les dispositions qui se rencontrent sur le réseau du Nord aux bifurcations d'une ligne à voie unique branchée sur une ligne à double voie.

Fig. 57.

Fig. 58.

Dans toutes les bifurcations de l'espèce, la ligne à voie unique se détache par une courbe de la ligne à double voie et, par suite, les trains de la ligne à voie unique ne franchissent pas la bifurcation en vitesse.

10° Nous n'employons d'aiguilles courbes que pour les traversées jonctions (aiguilles anglaises) qui ne sont qu'exceptionnellement usitées dans les bifurcations.

11° Les aiguilles des changements de voie, 45 kilogrammes, sont confectionnées au moyen de rails de profil spécial dont l'âme est inclinée au vingtième sur le plan de la base, les tables de glissement sur les coussinets étant horizontales.

12° Ces rails spéciaux ont à peu près la même hauteur que les rails courants, mais leur largeur à la base est sensiblement moindre.

13° Nous n'employons que des croisements et des traversées formés de rails assemblés.

14° L'angle minimum des croisements est de 9 centimètres (1 : 11). L'angle minimum des traversées est de 11 centimètres (1 : 9).

15° Tous nos appareils de traversées sont pourvus de contre-rails surélevés pour guider les roues pendant leur passage sur les lacunes.

La surélévation adoptée est de 60 millimètres (2 4/10 pouces) pour les traversées, angle de 11 centimètres (1 : 9) et de 25 millimètres (1 pouce) pour les traversées de 13 centimètres (1 : 7.7) et au-dessus.

16° Nous n'avons pas toujours pu tracer nos bifurcations dans ces conditions et le plus souvent l'angle des traversées diffère de celui des croisements, mais les appareils sont toujours constitués avec des éléments droits.

17° Cette disposition a été réalisée à plusieurs de nos bifurcations, notamment à la bifurcation d'Épinay

(ligne de Paris à Pontoise et d'Épinay à Montsoult), et à la bifurcation de Mennessis (ligne de Creil à Saint-Quentin et d'Amiens à Tergnier).

18° Il n'y a pas de surélévation dans la traversée des appareils de bifurcation.

Il y a lieu, d'ailleurs, de se reporter au n° 1° pour la question générale.

19° Nous n'avons pas de dispositifs destinés à suppléer à l'absence de dévers dans les courbes des bifurcations, mais quand les courbes sont trop prononcées eu égard à la vitesse des trains, nous établissons en avant des poteaux destinés à indiquer aux mécaniciens la limite de vitesse qu'ils doivent observer.

20° Dans nos bifurcations, il n'existe de contre-rails qu'au droit des lacunes des traversées et des croisements.

21°, 22° Oui.

23° Sauf les exceptions motivées par des circonstances locales, les bifurcations enclenchées sont précédées, dans chacune des directions qui y aboutissent, des signaux ci-après :

1° *Un indicateur de bifurcation* qui consiste en un poteau portant une plaque sur laquelle est inscrit le mot *Bifur* en lettres noires sur fond transparent placé à 200 mètres (10 chains) au moins en avant du disque à distance ci-après désigné.

La nuit, ce signal est éclairé par transparence et donne, par conséquent, la même apparence que le jour.

2° *Un disque à distance rouge*, assez éloigné du signal carré d'arrêt absolu ci-après désigné, pour couvrir un train arrêté devant ce signal.

3° *Un indicateur carré à damier vert et blanc* fixe ou tournant, placé à 800 ou 900 mètres (39 1/2 ou 44 1/2 chains) environ du signal carré d'arrêt absolu ci-après désigné.

4° *Un signal carré d'arrêt absolu à damier rouge et blanc*, muni, seulement sur les voies parcourues dans un seul sens, d'un pétard qui vient se placer sur le rail quand le signal est fermé.

Ce signal est placé à 120 mètres (6 chains) du point à couvrir qui est, soit le point où l'entre-voie se réduit à $1^{m}75$ (5 pieds 8 pouces), soit l'aiguille en pointe. Cette distance peut, dans certains cas déterminés, être réduite.

En outre, un *indicateur de direction*, manœuvré du même coup de levier que l'aiguille en pointe, indique aux mécaniciens la direction donnée par cette aiguille vers l'une ou vers l'autre des branches de la bifurcation.

. . . . . .

. . . . . .

Sur chacune des branches d'une bifurcation et sur le tronc commun, les disques à distance sont normalement effacés, les signaux carrés d'arrêt absolu sont normalement tournés à l'arrêt et les indicateurs à damier vert et blanc, même quand ils sont mobiles, sont normalement fermés. (Extrait du *Règlement pour le passage des trains aux bifurcations et aux ponts tournants*.)

24° Aucun essai de ce genre n'a été fait sur le réseau du Nord.

25° Sur les lignes que la Compagnie du Nord exploite elle-même, il n'y a pas d'exemple de cette disposition. Mais elle existe sur quelques lignes secondaires, soit à voie normale, soit à voie étroite, aboutissant aux voies de la Compagnie du Nord, soit par une véritable bifurcation, soit par une traversée, dans certains cas, par exemple, en raison de la déclivité de la petite ligne vers les voies du Nord, ou en raison de ce que la traversée se fait sous un angle qui rend cette précaution indispensable.

On peut citer, dans cet ordre d'idées, pour les bifurcations de lignes étrangères, Saint-Quentin [Ligne de Vélu à Saint-Quentin en pente de 10 millimètres (1/100)]; Dercy-Mortiers (ligne de la Vallée de la Serre); Monchecourt (traversée des mines d'Azincourt); Ham. Rosières, Nesles, Montrenil, les Zontinettes (pour les traversées obliques de voie étroite); enfin, la Bleuse-Borne, la Madeleine, etc. (pour des tramways sur route coupant presque à angle droit les voies principales).

26° Non.

Chemins de fer du Midi et du canal latéral à la Garonne.

1° Non.

2° Aux bifurcations qui existent sur le réseau du Midi, les mécaniciens des trains de la ligne principale

doivent modérer la vitesse de telle manière que leur train puisse être arrêté avant d'atteindre le signal d'arrêt absolu de la bifurcation si les circonstances l'exigent. Quant à ceux qui se dirigent vers la ligne secondaire ou qui viennent de cette ligne, ils doivent toujours s'arrêter avant d'atteindre l'aiguille de raccordement.

3° Non.

4° Sur le réseau du Midi, il n'y a pas de limitation spéciale de vitesse pour les trains passant sur une bifurcation.

5° Nous n'avons pas de bifurcations parcourues dans les conditions du n° 1.

6° Nous n'avons pas de bifurcations parcourues en tous sens à pleine vitesse.

7° Dans toutes les bifurcations, les trains s'arrêtent avant de prendre l'embranchement ou avant d'en sortir; leur vitesse sur la voie déviée est par suite très faible. Le rayon minimum est de 270m81 (296 3/10 yards).

8° Ligne principale : rayon infini.

Embranchement : rayon 270m81 (296 3/10 yards).

Ce dernier n'est pas parcouru en vitesse.

9° (*a*) Ce cas n'existe pas sur notre réseau.
(*b*) Voir figures 59, 60, 61 et 62.

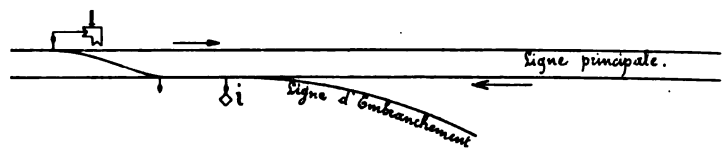


Fig. 59.

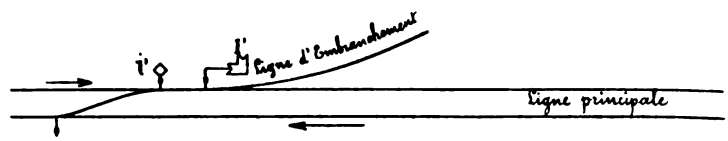


Fig. 60.

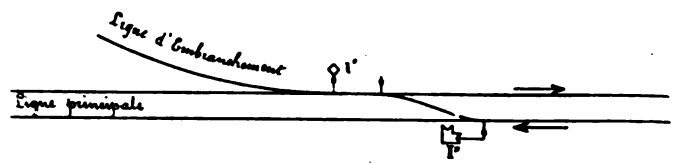


Fig. 61.

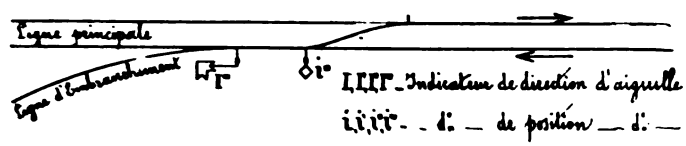


Fig. 62.

10° Nous ne faisons usage d'aiguilles courbes dans aucun cas.

11° La Compagnie du Midi fait usage, dans les bifurcations, d'aiguilles formées de barres de profil Vignoles renforcé pesant 61.500 kilogrammes le mètre courant (124 livres le yard).

12° Les barres de profil spéciales pour aiguilles ont la même hauteur que le rail ordinaire.

13° La Compagnie ne fait usage que de croisements ou de traversées coulés en une seule pièce.

14° Les angles minimums adoptés jusqu'à ce jour sur le réseau du Midi sont de 5°, 9′, 11″ pour les croisements et de 7°, 26′ et 11″ pour les traversées. La Compagnie va faire application de traversées avec un angle de 6°, 17′, 46″.

15° Il n'a, jusqu'à présent, été fait usage qu'à titre d'essai, sur le réseau du Midi, de contre-rails exhaussés pour les traversées proprement dites; mais le nouveau modèle adopté de 6°, 17′, 46″ porte des contre-rails surélevés de 57 millimètres (2 3/10 pouces)..

16° Les bifurcations sont tracées pour des croisements en ligne droite; il n'existe pas sur le réseau de bifurcations ayant les croisements et les traversées en courbe.

17° Oui. Dans la gare de Cette pour la traversée de la ligne de Monbazin par les voies des marchandises.

A Beautiran, à Pezenas, à Montbazin, à Beziers et à Montpellier pour la traversée des voies du Midi par les chemins d'intérêt local.

18° La bifurcation du raccordement circulaire de Bordeaux sur la ligne de Bayonne est dans ce cas. La voie principale est en courbe de 930 mètres (1.017 yards) de rayon, le dévers est de 50 millimètres (2 pouces) et la déviation du raccordement se trouve, par suite, à contre-dévers. Sur la voie principale, le dévers de 50 millimètres (2 pouces) a été obtenu par l'inclinaison des traverses et, pour diminuer le contre-dévers de la voie du raccordement circulaire, les traverses ont été entaillées du côté du petit rayon. Cette disposition est figurée sur le croquis ci-dessous (fig. 63) :

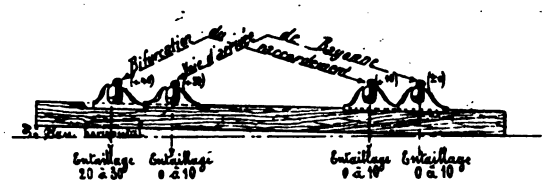


Fig. 63.

19° Pas de dévers sur nos bifurcations.

20° Les contre-rails n'existent qu'au droit des croisements et des traversées.

21° D'une manière générale, il est fait application, aux aiguilles des bifurcations, de cames de calage munies de pédales de calage.

22° Aux bifurcations du réseau du Midi, les leviers de manœuvre des aiguilles sont enclenchés avec ceux des signaux fixes, de telle manière que, lorsque les signaux sont ouverts, les aiguilles sont disposées pour donner la direction principale (fig. 64).

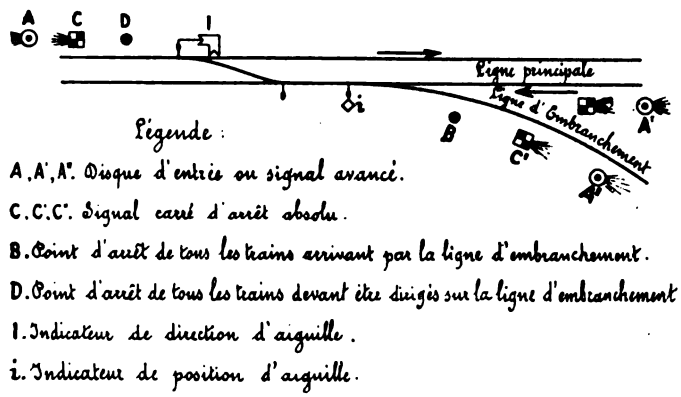


Fig. 64.

24° Il n'a pas été fait usage jusqu'à ce jour, sur le réseau du Midi, des appareils d'aiguillage et croisement Williams, Blanel, etc., permettant de maintenir la continuité de la voie principale.

25° Non.

26° Il n'existe pas de trains parcourant à toute vitesse les courbes des bifurcations.

Les trains en provenance ou à destination de l'embranchement marquent l'arrêt à la bifurcation.

Lorsque les trains sont à la fois en provenance et à destination de la ligne principale, les mécaniciens sont tenus de modérer la vitesse de manière à pouvoir s'arrêter avant le signal d'arrêt absolu placé en avant de la bifurcation si les circonstances l'exigent. (Art. 37 de l'ordonnance de 1846.)

27° Dispositions ordinaires de nos bifurcations. Voir figure 65.

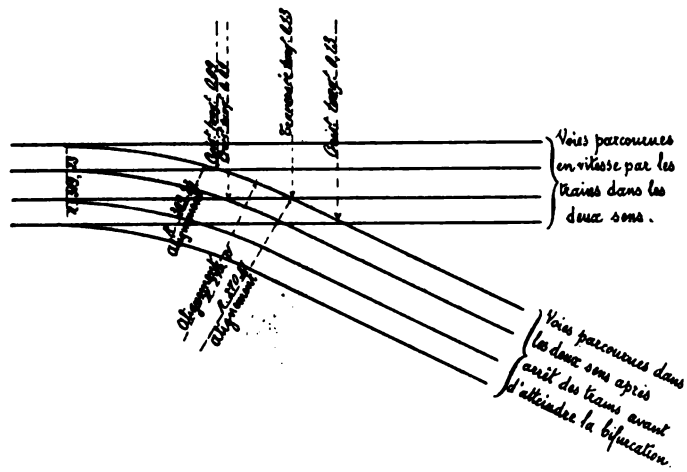


Fig. 65.

ROYAUME UNI DE GRANDE-BRETAGNE ET D'IRLANDE ET COLONIES.

Great Eastern Railway.

1°, 2°, 3° Oui.

4° Il n'y a pas, en général, de limitation de vitesse aux bifurcations. Dans quelques cas pourtant, à cause de circonstances exceptionnelles, on impose une réduction de vitesse et, dans le cas dont il s'agit au n° 2, la vitesse maximum est de 24 kilomètres (15 milles) à l'heure.

5° Non.

6° Oui, ce cas se présente souvent.

7° Ce cas ne se présente pas.

8° Environ 201 mètres (10 chains). La vitesse maximum tolérée est de 24 kilomètres (15 milles) à l'heure.

9° Néant.

10° Non, les aiguilles sont toujours droites.

11° Elles présentent la section ordinaire.

12° Néant.

13° Formés de rails de la même section que le rail de la voie courante.

14° De 8° à 9° environ.

15° Tous les croisements sont munis de contre-rails qui ont, en général, la longueur de 3m65 (12 pieds). On n'emploie pas de contre-rails surélevés.

16° Les bifurcations sont toujours posées de manière que les traversées se trouvent en ligne droite; il peut arriver qu'on se trouve dans la nécessité de placer les traversées en courbe, mais cela doit être, autant que possible, évité.

17° Non.

18° Dans les courbes des bifurcations, on donne toujours au rail extérieur la plus grande surélévation possible, sans dépasser pourtant la mesure donnée par le calcul; il est généralement difficile d'obtenir toute la surélévation désirable. Les traverses sont inclinées, où cela peut se faire, ou bien les coussinets bas sont enfoncés dans les traverses convenablement entaillées.

19° S'il est impossible d'obtenir toute la surélévation nécessaire et si des conditions spéciales obligent à adopter une surélévation très petite, la vitesse des trains doit être réduite en relation avec la surélévation que l'on peut obtenir.

20° Seulement en quelques endroits spéciaux.

21°, 22° Oui.

23° Aux bifurcations munies de bloc, les signaux sont normalement à l'arrêt.

24° Non.

25° Oui. Il y a des cas dans lesquels une branche de la bifurcation se rallie à une voie de sûreté et les aiguilles de communication avec cette voie peuvent être disposées de manière à dévier le train qui parcourt l'embranchement si un train convergent est signalé sur l'autre ligne.

26° Non.

London and South-Western Railway.

1°, 2° Oui.

3° Non.

4° 80 kilomètres (50 milles) à l'heure.

5°, 6° Non.

7° Voir au n° 5.

8° Rayon minimum = 503 mètres (25 chains), vitesse 40 kilomètres (25 milles) à l'heure.

9° Une réduction de vitesse est prescrite à toutes les bifurcations, où l'une des branches est à simple voie et l'autre à double voie. (Voir fig. 66.)

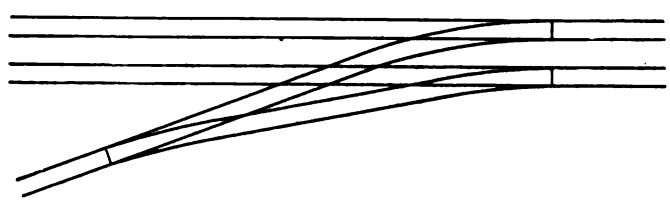


Fig. 66.

10° Non.

11° Rails ordinaires.

12° Voir au n° 11.

13° Formés de rails.

14° 1 : 8.

15° Ils ne sont pas employés.

16° Généralement en courbe.

17° Oui.

18° On donne la surélévation au rail extérieur des courbes, aussitôt que la construction de la bifurcation le permet.

La surélévation est obtenue par le soulèvement et le bourrage des supports au droit du rail extérieur.

19° On munit quelquefois de contre-rail le rail intérieur des courbes des bifurcations.

20° Seulement en quelques endroits.

21° Oui, elles sont toujours verrouillées.

22° Oui.

23° A l'arrêt.

24°, 25°, 26° Non.

Lancashire and Yorkshire Railway.

1°, 2° Oui.

3° Non.

4° Néant.

5° Non.

6° Oui.

7° 8° Néant.

9° Voir figure 67.

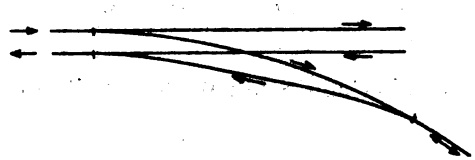


Fig. 67.

10° Non.

11° Formés de rails ordinaires.

12° Néant.

13° Formés de rails.

14° Pour les traversées 1 : 10. Pour les croisements 1 : 13.

15° Non.

16° En courbe.

17° Oui.

18° Une petite surélévation est quelquefois obtenue par des semelles en bois placées sous les coussinets du rail extérieur de la courbe, mais seulement par exception.

19° Néant.

20° Seulement en quelques endroits, sauf le cas de courbes très raides.

21° Toutes les aiguilles prises en pointe sont verrouillées et munies de pédales ou lattes de calage.

22° Oui.

23° A l'arrêt.

24° Non.

25° 26° Non.

Great Northern Railway.

1° La règle générale est que les trains parcourant la ligne principale d'une bifurcation ne réduisent pas leur vitesse, tandis que les trains parcourant l'embranchement réduisent leur vitesse de 16 à 32 kilomètres (10 à 20 milles) à l'heure.

2° Oui.

3° A toutes les bifurcations, les trains venant de la ligne déviée ou se dirigeant sur cette ligne doivent réduire leur vitesse.

4° 80 kilomètres (50 milles) à l'heure.

5° Non.

6° Il n'y a pas de bifurcations parcourues à toute vitesse dans toutes les directions.

7° Non.

8° Rayon minimum, 201 mètres (10 chains). Vitesse maximum pour les courbes de 201 mètres (10 chains) de rayon, 16 kilomètres (10 milles) à l'heure.

9° Les bifurcations sont toujours à double voie sur double voie.

10° Non.

11° Rails ordinaires.

12° La même hauteur des rails ordinaires.

13° Formés de rails en acier.

14° 1 : 25.

15° Des contre-rails, non surélevés, sont toujours placés latéralement au rail extérieur, situés en face de a lacune du croisement.

16° Tous les deux cas.

17° Oui, en plusieurs cas.

18° On donne au rail extérieur la surélévation résultant d'un tableau calculé en relation avec les vitesses accordées. On obtient cette surélévation par l'inclinaison et le bourrage des traverses.

19° Oui, un contre-rail est placé latéralement au rail intérieur.

20° Oui, sur toute la longueur.

21°, 22° Oui.

23° A l'arrêt.

24° Non.

25° Jamais dans le cas de lignes parcourues par les trains de voyageurs.

26° Non.

London, Brighton and South Coast Railway.

1° Oui.

2°, 3° Non.

4° De 48 à 64 kilomètres (30 à 40 milles) à l'heure.

5°, 6° Oui.

7° 402 mètres (20 chains). 48 kilomètres (30 milles) à l'heure.

8° Néant.

9° Aucune disposition spéciale.

10° Néant.

11° Rails ordinaires.

12° Néant.

13° Formés de rails ordinaires.

14° 1 : 8.

15° Non.

16° En ligne droite.

17° Oui.

18° Pas de surélévation.

19° Néant.

20° Sur toute la longueur.

21°, 22° Oui.

23° A l'arrêt.
24°, 25°, 26° Non.

Manchester, Sheffield and Lincolnshire Railway.

1°, 2°, 3° Oui.
4° 80 kilomètres (50 milles) à l'heure.
5° C'est le cas le plus général, bien qu'il ne soit pas le seul.
6° Non.
7° Rayon minimum, 402 mètres (20 chains); pas de limitation de vitesse.
8° Rayon minimum, 402 mètres (20 chains); pas de limitation de vitesse.
9° Toutes les bifurcations sont à double voie sur double voie.
10° Non.
11° Rails ordinaires.
12° Pas de rails spéciaux.
13° Formés de rails.
14° Angle minimum, 1 : 8.
15° Oui. Angle 1 : 8; le contre-rail continue jusqu'au talon d'aiguille.
16° Tous les deux cas.
17° Non.
18° On donne toute la surélévation comportée par le croisement; elle est obtenue par le bourrage des traverses.
19° On a recours, en outre, à l'adoption du contre-rail.
20° Oui, suivant le rayon de la courbe.
21°, 22° Oui.
23° A l'arrêt.
24°, 25° Non.

North-Eastern Railway.

1°, 2° Oui.
3° Néant.
4° 80 kilomètres (50 milles) à l'heure.
5°, 6° Non.
7° 301 mètres (15 chains) de rayon. — 48 kilomètres (30 milles) à l'heure.
8° Comme au 7°.
9° Toutes les bifurcations des lignes principales sont à double voie.
10° Non.
11° Rails ordinaires.
12° Néant.
13° Formés de rails.
14° 1 : 9.
15° Oui, dans tous les cas, $1^{m}53$ à $1^{m}83$ (5 ou 6 pieds) de chaque côté de la lacune.
16° Plusieurs croisements sont en courbe.
17° Non.
18° On donne, autant que possible, la surélévation au rail extérieur, mais elle ne peut être appliquée par l'inclinaison et le bourrage des traverses, au droit des croisements.
19° Néant.
20° Seulement en quelques endroits spéciaux.
21°, 22° Oui.

23° A l'arrêt.
24° Non.
25° Oui.
26° Non.

Caledonian Railway.

1°, 2° Oui.
3° Non.
4° Pas de limite, mais environ 80 kilomètres (50 milles) à l'heure.
5°, 6° Non.
7° 800 mètres (un demi-mille) de rayon et environ 80 kilomètres (50 milles) à l'heure.
8° Nous n'admettons pas le passage à toute vitesse sur ces bifurcations.
9° La disposition que nous adoptons est celle de la bifurcation des lignes à double voie, quelle que soit la vitesse des trains.
10° Non.
11° Rails ordinaires.
12° Nous n'en avons pas.
13° Formés de rails.
14° 1 : 8.
15° Nous employons des contre-rails, mais ils ne sont pas surélevés.
16° Les bifurcations ne sont pas toujours tracées de manière que les croisements se trouvent en ligne droite; mais à plusieurs bifurcations les croisements sont en courbe.
17° Non.
18° On donne la surélévation, dans la mesure voulue par le rayon de la courbe et comportée par l'autre ligne de la bifurcation.
On soulève l'extrémité des traverses en les bourrant avec du ballast.
19° Nous employons des contre-rails au droit des croisements, dans tous les cas, soit lorsque le rail extérieur est surélevé, soit lorsqu'il n'est pas surélevé, et nous avons trouvé satisfaisante cette disposition.
20° Sur toute sa longueur, si le rayon de la courbe est de 201 mètres ou inférieur à 201 mètres (10 chains).
21°, 22° Oui.
23° A l'arrêt.
24° Non.
25° Oui.
26° Non.
27° Rien à ajouter.

Glasgow and South-Western Railway.

1° Non.
2° Oui.
3° Non.
4° 24 kilomètres (15 milles) à l'heure pour les trains parcourant la ligne déviée et 96 kilomètres (60 milles) à l'heure pour les trains parcourant l'alignement droit.
5°, 6° Non.
7° 301 mètres (15 chains) de rayon, 24 kilomètres (15 milles) à l'heure.
8° 412 mètres (20 1/2 chains) de rayon; 24 kilomètres (15 milles) à l'heure pour les trains parcourant la branche en courbe.

9° La disposition des bifurcations des lignes à double voie. Voir figure 68.

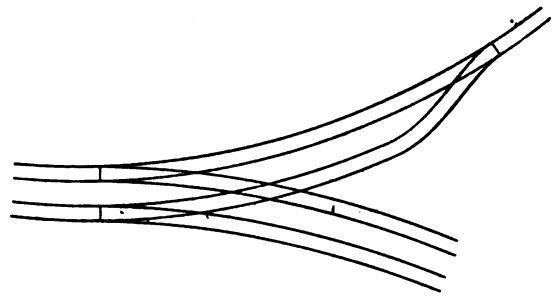


Fig. 68.

10° Non.
11° Rails ordinaires.
12° Néant.
13° Formés de rails ordinaires.
14° Voir le croquis annexé (fig. 69).
15° Non.
16° En courbe et en droite.
17° Non.
18°, 19° Néant.
20° Sur toute la longueur. (Voir le croquis, fig. 69.)
21°, 22° Oui.
23° A l'arrêt.
24°, 25° Non.

Great Indian Peninsula Railway.

1° Non, pas dans toutes les directions; la vitesse est différente selon que les aiguilles sont abordées par la pointe ou par le talon.

2° Non, d'après nos règlements, la vitesse sur les aiguilles en pointe est réduite à 16 kilomètres (10 milles) à l'heure.

3° A toutes les bifurcations où il y a des aiguilles en pointe, on doit observer la règle de réduire la vitesse à 36 kilomètres (10 milles) à l'heure; mais cette règle ne concerne pas les trains abordant les aiguilles par le talon.

4° 16 kilomètres (10 milles) à l'heure.

5° Pas toujours.

6° Non.

7° Environ 394 mètres (1,200 pieds) de rayon; la vitesse maximum est réduite, ces bifurcations exigeant que la vitesse ne dépasse pas les 32 kilomètres (20 milles) à l'heure environ.

8° La réponse à la dernière question ci-dessus vaut aussi pour cette question.

9° Nous n'avons pas de telles bifurcations.

10° Non.

11° Elles sont formées de rails ordinaires.

12° Néant.

13° Ils sont habituellement formés de rails ordinaires.

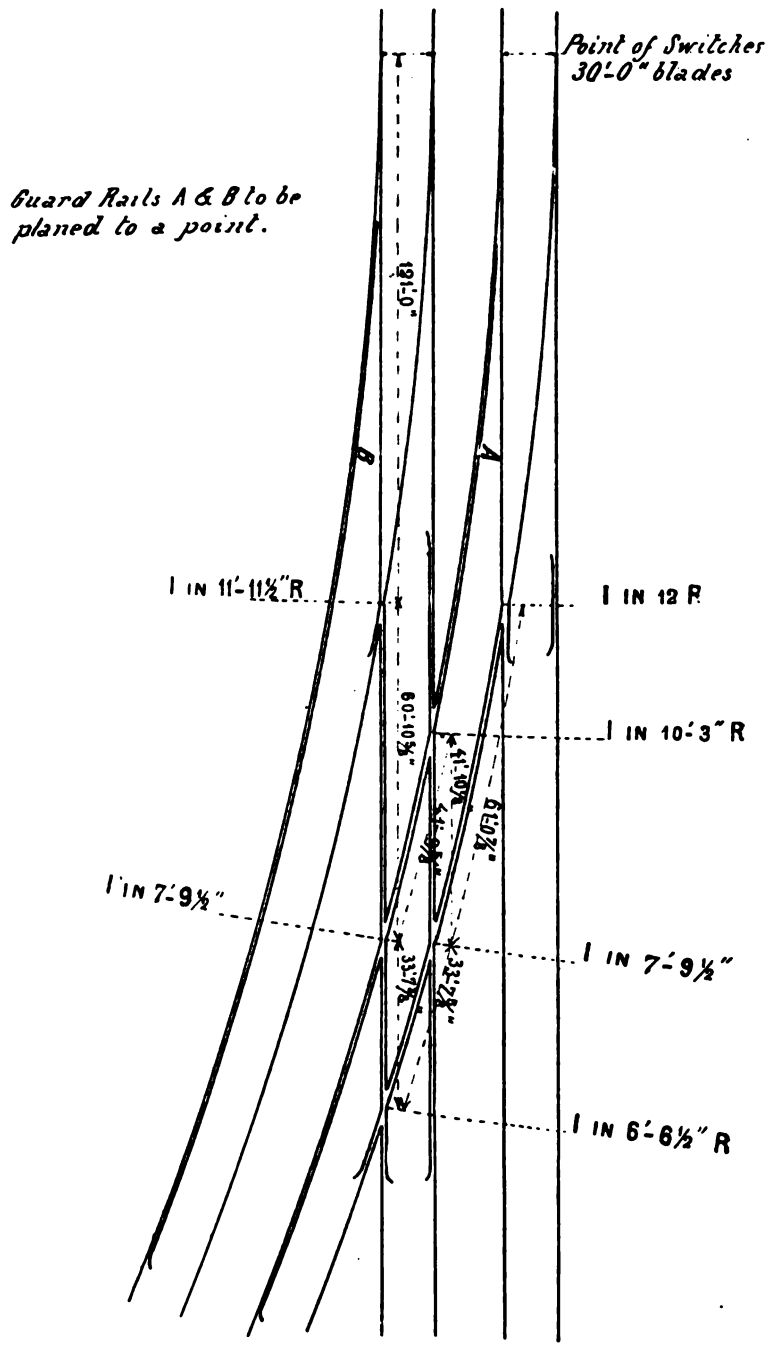

Point of Switches
30'-0" blades
Guard Rails A & B to be
planed to a point.
19'-0"
B
A
1 IN 11'-11½" R
1 IN 12 R
60'-10¾"
1 IN 10'-3" R
41'-10¾"
41'-9¾"
61'-0¾"
1 IN 7'-9½"
1 IN 7'-9½"
33'-7¾"
33'-7¾"
1 IN 6'-6½" R

Fig. 69.

14° Nos croisements de traversée présentent une inclinaison inférieure à 1 : 8. L'angle minimum à nos croisements ordinaires est de 1 : 12.

15° Non, les contre-rails ne sont pas surélevés.

16° Sauf une exception, les croisements sont en ligne droite.

17° Non.

18° On ne donne pas de surélévation, celle-ci n'étant pas exigée par la vitesse des trains.

19° Comme les trains ne parcourent pas les embranchements en vitesse, aucun moyen spécial n'a été adopté.

20° Seulement en quelques endroits spéciaux.

21°, 22° Oui.

23° A l'arrêt.

24°, 25°, 26° Non.

Great Western Railway.

1° Non. Le passage en pleine vitesse est admis uniquement dans la branche en alignement droit ou ayant un rayon relativement grand.

2° Oui, mais en peu de cas.

3° Non, nous ne mettons pas de différence entre le cas où les aiguilles sont abordées par la pointe et le cas où elles le sont par le talon.

4° 96 kilomètres (60 milles) à l'heure.

5°, 6° Non.

7° Nous n'avons pas de tels cas.

8° Nous avons des cas où, sur une ligne en courbe raide, nous admettons une courbe ayant un rayon de 201 mètres (10 chaînes), et une vitesse d'environ 24 kilomètres (15 milles) à l'heure.

9° Si une ligne peut être posée en alignement droit ou en courbe de grand rayon, et l'autre ligne en courbe de rayon relativement faible, le passage en pleine vitesse est admis sur la branche en alignement droit, et une vitesse réduite est prescrite pour la courbe à faible rayon. Si toutes les deux lignes sont en courbes de faibles rayons, la vitesse est réduite sur les deux lignes, dans les deux directions.

10° Non.

11° Formées de rails ordinaires.

12° Néant.

13° Les croisements sont formés de rails.

14° Environ 1 : 8.

15° On emploie exclusivement des contre-rails ordinaires ayant à peu près la même hauteur que le rail courant; ils sont employés pour tous les angles et sur une longueur d'environ $2^{m}74$ (9 pieds).

16° Si la courbe l'exige, les croisements sont posés en courbe.

17° Oui, le passage en dessous pour les trains métropolitains se dirigeant à Westbourne-Park.

18° On donne au rail extérieur la surélévation correspondante au rayon de la courbe, moyennant le soulèvement et le bourrage des traverses sous le rail extérieur. On n'y arrive d'une manière satisfaisante que lorsqu'il s'agit d'une petite surélévation.

19° Nous n'avons jamais essayé aucun moyen d'éviter la nécessité de donner le dévers à la voie afin d'y permettre le passage à grande vitesse.

20° Seulement au droit des croisements.

21° Les aiguilles abordées par la pointe sont toujours verrouillées et munies de lattes de calage; mais les aiguilles abordées par le talon ne le sont pas.

22° Oui.

23° A l'arrêt.

24° On n'en fait pas usage.

25° Non, si la ligne secondaire est parcourue par des trains de voyageurs; mais à quelques embranchements industriels, il y a une courte voie de sûreté qui sert à protéger la ligne principale.

26° Nous avons plusieurs types de matériel roulant parcourant ces bifurcations.

North British Railway.

1°, 2°, 3°, 4° La vitesse des trains parcourant les bifurcations est réglée par la disposition suivante :

« Les mécaniciens des trains se dirigeant sur la ligne déviée, qui se bifurque de la ligne droite, ou « venant de cette ligne déviée, doivent réduire la vitesse de manière à assurer la sécurité du passage de « tout le train sur les aiguilles et les croisements de la bifurcation.

« Lorsque le passage sur certaines bifurcations ou sur d'autres points de la ligne doit se faire à des « vitesses déterminées, ces vitesses seront indiquées dans les Notices ou Appendices. »

5° Non.

6° Voir la réponse aux questions 1°, 2°, 3°, 4°.

7°, 8° Néant.

9° Nous n'avons pas de règles uniformes.

10° Néant.

11° Rails ordinaires.

12° Néant.

13° Formés de rails.

14° Nous ne pouvons donner ces renseignements.

15° Non.

16° Nous avons des bifurcations tracées d'après un système et des bifurcations tracées d'après l'autre système.

17° Non.

18° Cela dépend de la pose de la bifurcation.

19° On emploie des contre-rails là où ils sont nécessaires.

20° Nous n'avons pas de règles uniformes.

21°, 22° Oui.

23° A l'arrêt.

24° Nous n'employons pas d'appareils d'aiguillage spéciaux.

25° Non.

Midland Railway.

1° Non.

2° La plupart de nos bifurcations sont de ce genre.

3° Oui.

4° La vitesse n'est pas spécifiée.

5°, 6°, 7° et 8° Néant.

9° Voir figure 70.

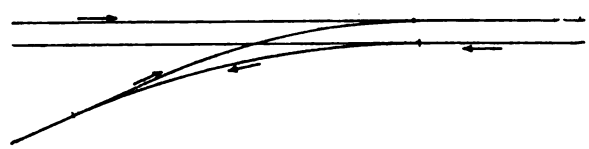


Fig. 70.

10° Non.
11° Pourvus de rails courbes.
12° Non.
13° Pourvus de rails.
14° Pour les croisements de traverse, on fixe le leur inclinaison à 1 : 8 environ.
15° Non.
16° Pas toujours.
17° Oui.
18° Les surfaces de roulement des rails des deux lignes sont toutes dans un seul plan, de manière à donner le devers voulu à la ligne parcourue en vitesse.
19° Non.
20° Seulement à quelques endroits.
21° et 22° Oui.
23° A l'avenir.
24° et 25° Non.
26° Neant.

New South Wales Government Railways.

1° Non.

2° Oui; la vitesse n'est pas réduite au passage des aiguilles en pointe sur la voie en alignement droit, mais elle est toujours réduite sur les courbes des embranchements.

3° Non.

4° Dans le cas mentionné à la question 2, on admet la vitesse de 64 kilomètres (40 milles) à l'heure sur la voie en alignement droit et la vitesse de 24 kilomètres (15 milles) à l'heure sur l'embranchement en courbe.

5° Voir la réponse à la question 1.

6° Il n'y a pas de tels cas.

7° Voir la réponse aux questions 1 et 5.

8° Rayon, 201 mètres (10 chains); vitesse, 16 kilomètres (10 milles) à l'heure.

9° *a*) Il n'y en a pas.

b) Voir le croquis ci-dessous (fig. 71). La vitesse est toujours réduite sur les branches en courbe, tandis que les voies de la ligne principale sont parcourues en pleine vitesse.

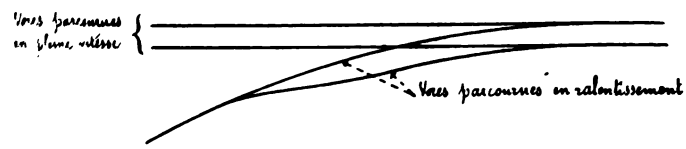


Fig. 71.

10° Oui; les aiguilles de 4m57 (15 pieds) de longueur sont courbées de 10 millimètres (3/8") sur toute leur longueur.

11° et 12° Elles sont formées de rails ordinaires.

13° On employait autrefois des croisements réversibles en acier fondu, mais ils n'ont pas été trouvés satisfaisants; les croisements normaux sont à présent formés de rails ordinaires.

14° A toutes les bifurcations des lignes principales, l'angle des croisements ordinaires est limité à 1 : 9, et celui des croisements de traversée à 1 : 8.

15° Les contre-rails sont posés au même niveau que le rail courant.

16° Les croisements sont toujours posés en alignement droit, sauf quelques cas spéciaux.

17° Il n'y a pas de bifurcations où les traversées aient été remplacées par des passages au-dessus ou en dessous.

18° On ne donne aucune surélévation au rail extérieur des courbes des embranchements qui se bifurquent d'une ligne droite.

Dans le cas de bifurcations où les lignes sont en courbe de sens inverse, on obtient la surélévation par l'inclinaison ou l'entaillage des traverses.

19° Non.

20° On n'emploie de contre-rails qu'au droit des croisements; ils ont alors la longueur de 6m40 (21 pieds).

21° Oui, toujours munies de lattes de calage.

22° Oui.

23° A l'arrêt.

24° Non.

25° Un seul cas, sur la ligne de Redhead (ligne privée), où elle se bifurque de la ligne principale (Northern Line) à Adamstown, près de Newcastle.

26° Aucune spécialité propre au matériel roulant qui parcourt ces points.

London and North-Western Railway.

1° et 2° Oui.

3° Non.

4° La vitesse ordinaire du train est laissée à l'appréciation du mécanicien. Elle n'est limitée par aucun règlement.

5° Non.

6° Oui.

7° Voir la réponse à la question 5.

8° 603 mètres (30 chains). Aucune limitation à la vitesse ordinaire des trains.

9° Les bifurcations sont toujours à double voie sur double voie.

10° Non.

11° Formées de rails ordinaires.

12° Néant.

13° Formés de rails.

14° L'angle maximum normal des croisements de traversée est de 1 : 8; pour les autres croisements, 1 : 15.

15° Non.

16° En courbe ou en ligne droite, suivant les exigences.

17° Oui, en plusieurs cas.

18° Là où la surélévation peut s'appliquer, on a recours à l'entaillage de la traverse sous le coussinet du rail bas.

19° Seulement à un entretien spécialement soigné.

20° Quelquefois sur toute sa longueur, généralement à quelque endroit spécial.

21° et 22° Oui.

23° A l'arrêt.

24° On n'en emploie pas.

25° Non.

26° Non, mais naturellement ce sont les véhicules de construction récente qui composent les trains les plus importants et les plus rapides.

27° Voir les figures 72, 73, 74, 75, 76 représentant des bifurcations au passage desquelles les mécaniciens ne sont pas tenus à modérer la vitesse des trains; et les figures 77, 78, 79 représentant des bifurcations sur lesquelles les trains passent avec une vitesse modérée.

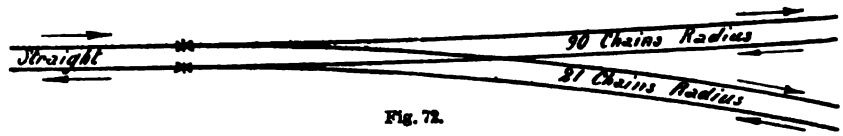


Fig. 72.

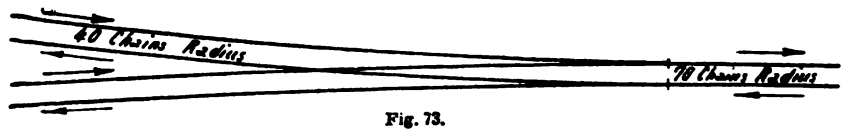


Fig. 73.

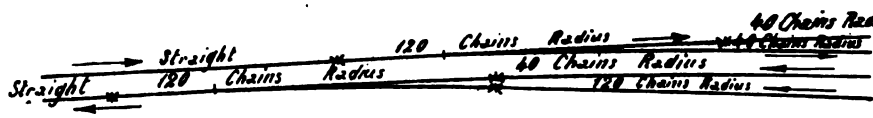


Fig. 74.

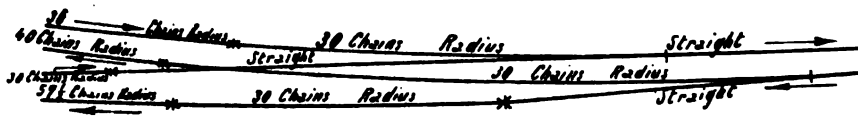


Fig. 75.

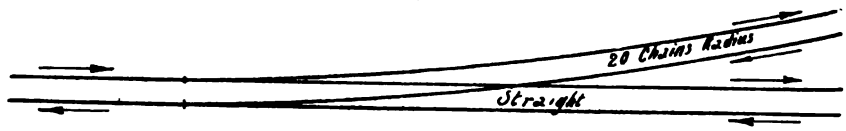


Fig. 76.

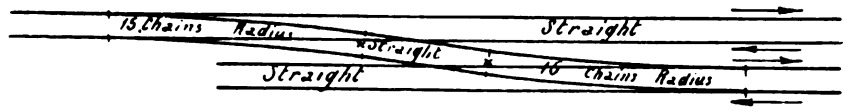


Fig. 77.

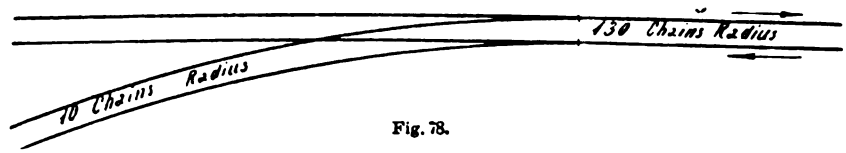


Fig. 78.

Fig. 79.

PAYS-BAS.

Chemin de fer Hollandais.

1° et 2° Non.

3° Oui.

4° 45 kilomètres (28 milles) à l'heure.

5° Plusieurs bifurcations sont symétriques afin de pouvoir être parcourues par les trains arrivant des embranchements sans ralentissement.

6° Non.

7° Rayon, 500 mètres (24 1/2 chains); vitesse, 45 kilomètres (28 milles).

8° La vitesse maximum pour les trains abordant l'aiguille en pointe est de 45 kilomètres (28 milles); le rayon minimum, 200 mètres (10 chains).

9° Le cas *a* n'existe pas.

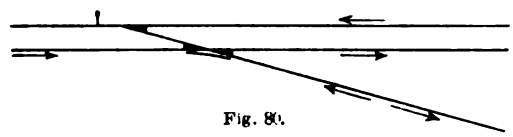


Fig. 80.

10° Non.

11° Les aiguilles formées de barres de profil spécial sont successivement remplacées par des aiguilles formées de rails.

12° La hauteur de la barre est de 9 centimètres (3 1/2 pouces), celle du rail ordinaire de 13 centimètres (5 1/10 pouces).

13° Comme règle générale, les croisements et les traversées sont en acier coulé; seulement, pour des angles extraordinaires, on se sert quelquefois de croisements et de traversées formés de rails.

14° Voir aux nos 1 et 2.

L'angle normal pour les bifurcations situées en pleine voie est arc tang. 1/10, quelquefois arc tang. 1/9.

15° Oui partout pour les traversées. La saillie du contre-rail surélevé est de 5 centimètres (2 pouces).

16° Les croisements et traversées sont toujours en ligne droite.

17° Non.

18° Dans les courbes des bifurcations, il n'est jamais donné de surélévation au rail extérieur.

19° Voir aux nos 1 et 2.

20° Seulement à l'endroit des croisements.

21° Les verroux d'aiguilles manœuvrés séparément ne sont appliqués que très exceptionnellement; notre appareil, pour manœuvrer les aiguilles à distance, sert en même temps à verrouiller les aiguilles.

Les lattes de calage sont adoptées partout dans les gares sur les lignes à simple voie où les aiguilles sont manœuvrées à grande distance.

22° Oui.

23° Voir figure 81.

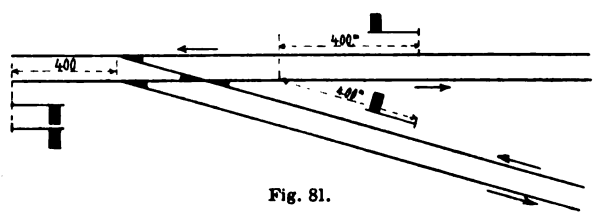


Fig. 81.

24° Non.

25° Oui, pour des bifurcations dont la voie secondaire est de très peu d'importance, tel que raccordement avec une usine.

26° Non.

PORTUGAL.

Compagnie royale des chemins de fer portugais.

1° Nous avons quatre bifurcations franchies à toute vitesse par tous les trains; ce sont les bifurcations de Bemfica et Chellas sur l'embranchement de Santa-Apolonia à Bemfica et les bifurcations de Lares et Verride sur la ligne transversale, qui joint la ligne de Lisbonne à Figueira à l'embranchement d'Alfarellos. Il y a encore deux autres bifurcations, celle de Campolide et celle de Sette-Rios sur la ligne urbaine, qui sont franchies à petite vitesse à cause de leurs conditions spéciales.

2° et 3° Non.

4° La vitesse moyenne des trains abordant les aiguilles par la pointe ou par le talon est, sur la bifurcation de Bemfica, de 31 kilomètres (19 milles); sur celle de Chellas, de 38 kilomètres (24 milles); sur celle de Lares, de 36 kilomètres (22 1/2 milles), et sur celle de Verride, de 36 kilomètres (22 1/2 milles). Ces chiffres peuvent être augmentés de 5 kilomètres pour représenter les vitesses maximums.

5° Non.

6° Dans toutes les bifurcations indiquées, la ligne principale est en alignement droit et l'autre en courbe de 400 mètres (20 chains) de rayon.

7° et 8° Répondu.

9° Nous n'en avons pas.

10° En général, les aiguilles posées aux bifurcations sont droites. Nous en employons aussi de courbes.

11° Nos aiguilles sont formées de barres de profil spécial, d'après les modèles les plus usités.

12° Les barres ont la même hauteur que le rail ordinaire.

13° Nous employons des croisements en acier coulés d'une seule pièce.

Nous n'avons pas de traversées.

14° L'angle minimum des croisements est de 5°10 (tang. 0.09).

Nous avons aussi des croisements de 4°30 (tang. 0.08) pour les courbes de rayon inférieur à 400 mètres (20 chains).

15° Non.

16° Dans toutes les bifurcations indiquées les croisements sont en courbe.

17° Non.

18° Nous ne donnons pas de surélévation au rail extérieur des courbes aux bifurcations.

19° Non.

20° Nous n'employons de contre-rail que pour les croisements.

21° Non.

22° Oui. A Bemfica, à Chellas, à Lares et à Verride nous employons le système Vignier. A Campolide et à Sette-Rios, nous allons appliquer le système Saxby et Farmer.

23° Nous employons un disque avancé sur chacune des directions, enclenché avec les aiguilles et des lanternes placées sur une tige liée au levier de manœuvre des aiguilles.

24° et 25° Non.

26° Notre matériel roulant est, en général, muni des dispositions propres à faciliter le passage dans

des courbes de 300 et 350 mètres (15 et 17 1/2 chains) de nos lignes, et pourtant passe bien aux bifurcations (1).

SUISSE.

Chemin de fer du Gothard.

1° Non.
2° Oui.
3° Non.
4° 60 kilomètres (37 milles) à l'heure.
5°, 6°, 7° et 8° Néant, la réponse à la question 1 étant négative.
9° Notre réseau ne comporte aucune bifurcation de ce genre.
10° Néant, la réponse à la question 1 étant négative.
11° Nous n'avons sur notre réseau qu'une seule bifurcation; celle-ci conduit dans une ballastière appartenant à la Compagnie. Le changement que nous employons est celui connu sous le nom d'appareil Blauel; les aiguilles sont formées de barres de profil spécial.
12° Les barres sont à large base, mais moins hautes que le rail.
13° Au croisement, les rails de la voie principale ne présentent aucune lacune, tandis que ceux de la bifurcation sont interrompus par une pièce en fonte.
14° L'angle de croisement est de 7°.
15° La voie principale n'étant pas interrompue, il est superflu d'y adapter des contre-rails; les contre-rails de la bifurcation ne sont pas surélevés.
16° Le changement de notre bifurcation se trouve en alignement.
17° Non.
18°, 19° et 20° Néant, la réponse à la question 1 étant négative.
21° et 22° Au repos, c'est-à-dire lorsque la voie est libre pour les trains de la ligne principale, l'aiguille Blauel est verrouillée électriquement par les deux stations voisines; en cas de non-utilisation de la ballastière pendant un intervalle de temps assez prolongé, on enlève les aiguilles du changement et le courant électrique d'enclenchement est interrompu. Les aiguilles ne sont pas munies de pédales ou lattes de calage.
23° Lorsque les aiguilles sont disposées pour la direction secondaire, les deux signaux de protection indiquent l'arrêt, autrement ils sont effacés.
24° Voir la réponse à la question 11. Jusqu'ici, c'est-à-dire depuis sept ans, l'appareil Blauel a donné de bons résultats.
25° La bifurcation est pourvue d'un dispositif de sûreté.
26° Néant, la réponse à la question 1 étant négative.
27° Non.

(1) Les locomotives employées dans nos trains qui parcourent à grande vitesse des courbes à petit rayon, sont munies d'un avant-train mobile à bogie ou simplement d'un essieu radial, d'après les cas.
Les voitures composant ces trains sont également munies de bogies.
Nous avons aussi des voitures à trois essieux, dont les extrêmes sont radiaux et l'intermède a du mouvement dans le sens transversal par rapport à la voiture.

DISCUSSION EN SECTION

Séance du 3 juillet 1895 (matin).

PRÉSIDENCE DE M. JEITTELES

Mr. Zanotta, *rapporteur.* — Les considérations qui peuvent engager les compagnies de chemins de fer à prescrire le ralentissement des trains rapides aux bifurcations concernent :

1° La possibilité de collisions des trains convergents;

2° Les parties faibles, soit au point de vue du tracé, soit au point de vue de la construction, que la bifurcation comporte par sa nature même.

Quant au danger de collisions, on tâche de l'éviter par un bon système de signaux, d'appareils d'enclenchement et de bloc; dont le Congrès s'est déjà occupé à plusieurs reprises.

La question III que nous avons à traiter concerne surtout les difficultés de la seconde espèce, c'est-à-dire les difficultés qui se rapportent à la construction de la bifurcation proprement dite.

Or, d'après les réponses que nous avons reçues des compagnies consultées à ce sujet, il résulte que le passage à toute vitesse sur les branches en ligne droite des bifurcations est admis presque généralement pour les trains qui n'abordent pas les aiguilles par la pointe; il est admis aussi, mais d'une façon un peu moins générale, pour les trains abordant les aiguilles par la pointe; moins souvent le passage à toute vitesse est admis sur les branches en courbe.

Les ennemis principaux de la grande vitesse aux bifurcations seraient donc les difficultés du tracé, c'est-à-dire la raideur des courbes de raccordement et la déviation à la pointe des aiguilles, plus encore que l'affaiblissement de la voie, dû à l'existence des appareils d'aiguillage et de croisement.

Mais il serait difficile de se faire, d'après les règles suivies par les différentes compagnies, une idée très précise de l'importance qu'il faut donner à cette difficulté du tracé; car, tandis que telle compagnie admet le passage à toute vitesse même sur les branches dont le rayon de courbure est de 300 mètres et moins encore, telle autre compagnie ne l'admet pas sur les branches dont le rayon de courbure est de 450 mètres.

*

On ne pourrait pas dire, cependant, que cette différence dans les errements des compagnies soit toujours la conséquence d'une sensible différence dans les qualités propres de la voie et des appareils; car on pourrait même citer des cas où des compagnies ayant des voies également robustes et des appareils de même valeur prescrivent des vitesses bien diverses pour le passage des bifurcations.

Mr. Sabouret, dans son exposé de la question des points spéciaux de la voie, fait observer que « les considérations d'ordre commercial et même d'ordre moral se trouvent avoir dans la question une bien autre importance que les considérations d'ordre technique », et je ne pourrais que m'associer à cet avis, pour ce qui concerne la question spéciale des bifurcations.

Quant aux dispositifs adoptés ou recommandables pour les bifurcations parcourues en vitesse, j'ai tâché d'examiner, dans mon rapport, ceux d'entre eux qui, aux points de vue du tracé, de la construction et de la pose, me paraissaient les plus importants.

Je vais les résumer brièvement, en suivant le même ordre qui a été suivi dans la rédaction de la question à laquelle nous devons répondre.

Conditions les plus favorables de construction. — Parmi ces conditions, on peut citer d'abord les dispositifs que lors de sa première session le Congrès conseillait pour les bifurcations en général dans les conclusions à la question VII, littéra B; c'est-à-dire « éviter d'établir les bifurcations en tranchée, forte courbe ou pente, chercher à remplacer la traversée à niveau par le passage au-dessus ou en dessous, tracer les voies convergentes parallèlement l'une à l'autre sur une certaine longueur, etc. »

On peut ajouter que si les deux lignes convergentes sont d'égale importance en ce qui concerne la vitesse des trains rapides qui les parcourent, la disposition symétrique semble la plus favorable à la suppression de tout ralentissement.

Lorsque la disposition symétrique n'est pas réalisable, il faut tâcher de donner à la branche en déviation le plus grand rayon de courbure possible.

Une voie très résistante dans le sens vertical et dans le sens transversal est aussi une des conditions les plus favorables pour l'établissement des bifurcations parcourues en vitesse.

Une telle voie, d'ailleurs, a déjà été adoptée ou est en train de l'être par presque toutes les compagnies exploitant des lignes parcourues à grande vitesse.

Il est sûr, enfin, que la pose de ces bifurcations exige des soins particuliers; il est surtout à recommander l'emploi de supports de fort équarrissage convenablement espacés et d'un ballast de bonne qualité reposant sur une plate-forme solide et bien asséchée.

Aiguilles. — Quant aux aiguilles, elles sont généralement verrouillées. En dehors de cette disposition, qui d'ailleurs est aussi adoptée pour les aiguilles parcourues en ralentissement mais abordées par la pointe, nous ne connaissons point de dispositions vraiment spéciales aux aiguilles parcourues en vitesse. Seulement, on peut constater que dans ce cas les compagnies emploient des aiguilles aussi longues que

possible, pour diminuer autant que possible l'angle qu'elles forment avec les rails contre-aiguilles.

Lorsque le rail de la voie ordinaire présente une résistance considérable, il peut très bien servir pour la confection des aiguilles.

La Compagnie américaine du « Pennsylvania Railroad », les compagnies anglaises en général, et la Compagnie française de l'Est, emploient exclusivement des aiguilles en rails.

D'autre côté, sur les réseaux où l'on fait usage d'aiguilles en barres spéciales, on a imaginé des solutions plus ou moins simples, mais assez satisfaisantes pour l'union des aiguilles à la voie courante.

Croisements. — De la même manière que les compagnies tâchent de donner aux aiguilles la plus grande longueur possible, elles tâchent aussi de donner aux croisements de changement et de traversée la plus faible ouverture possible, dans le but d'adoucir la courbe de la déviation.

Pour les ouvertures des croisements de changement, on descend jusqu'à la valeur de $^1/_{12.5}$, et chez les Administrations anglaises on descend même à la valeur de $^1/_{15}$.

Pour les traversées, l'angle minimum est généralement de $^1/_8$ environ; il y a cependant des exemples de traversées dont l'ouverture descend jusqu'à $^1/_{10}$.

Sur les réseaux du continent, lorsque l'ouverture des croisements de traversée est très faible, on donne une certaine surélévation au contre-rail de la traversée.

Les Administrations anglaises ne paraissent pas reconnaître la nécessité de cette surélévation.

Le passage à pleine vitesse est admis sur les croisements d'acier coulés d'une pièce aussi bien que sur les croisements formés de rails.

Il semble même que ces derniers croisements soient plus favorables que les premiers au point de vue de la douceur de la marche, pourvu que les rails dont ils sont formés soient suffisamment résistants, longs et bien assemblés.

Les Administrations du Royaume-Uni en général, l'Administration américaine du « Pennsylvania Railroad », les deux compagnies françaises qui acceptent le passage en vitesse sur les bifurcations, c'est-à-dire le Nord et l'Est, emploient des croisements formés de rails ordinaires.

Raccords. — Quant aux raccords, si une branche de la bifurcation est en ligne droite et l'autre branche en courbe continue, on peut donner à cette courbe un rayon de 450 à 600 mètres environ, en adoptant les croisements ordinaires et de traversée ayant les ouvertures minimums déjà indiquées.

Ces rayons, pourtant, doivent subir une sensible diminution si les éléments des croisements et des traversées sont maintenus droits, même après la pose, comme il est exigé par la plupart des Administrations et comme on doit forcément faire dans le cas des croisements et des traversées en acier d'une pièce.

En adoptant la disposition symétrique, on arriverait à des rayons presque doubles des rayons qu'on vient de citer.

Afin de remédier en quelque manière à l'absence totale ou partielle de surélévation du rail extérieur, on a recours, surtout dans le cas des voies Vignoles, au renforcement des attaches de ce rail, à l'adoption de contrefiches qui s'appuient sur la face extérieure du même rail, et, en quelques cas, à l'emploi d'un contre-rail placé latéralement au rail intérieur, tout le long de la branche en courbe.

Telles sont, messieurs, les données que j'ai recueillies et qui m'ont porté à rédiger le projet de conclusion suivant :

« Le Congrès constate qu'un grand nombre d'Administrations admettent le passage en vitesse sur les bifurcations, surtout pour les trains parcourant les branches en ligne droite ou en courbe de grand rayon.

« Une voie très résistante aux efforts verticaux et horizontaux, un tracé qui ne comporte pas de courbes ayant des rayons trop faibles (tracé auquel on peut arriver en adoptant une disposition symétrique pour les deux branches de la bifurcation, ou en employant des croisements de changement et de traversée très aigus), l'emploi de supports de fort équarrissage convenablement espacés, et d'un ballast de bonne qualité reposant sur une plate-forme solide et bien asséchée, peuvent être considérés, concurremment aux dispositifs conseillés dans les conclusions relatives à la question VII, littéra B de la première session du Congrès, parmi les conditions les plus favorables à l'établissement des bifurcations parcourues en tous sens à toute vitesse. »

Mr. Gordiéenko, Ministère des voies de communication, Russie. — En examinant les réponses des Administrations de chemins de fer au questionnaire détaillé concernant les bifurcations, nous voyons tout d'abord que dans la grande majorité des cas, ce ne sont ni les conditions de l'exploitation ni les conditions du tracé qui entraînent la diminution de la vitesse des trains au passage des bifurcations. Ce sont surtout les conditions de construction, c'est-à-dire la nécessité d'employer des aiguilles, des croisements, des traversées et l'impossibilité de donner pour les courbes de raccords à faible rayon un surhaussement suffisant au rail extérieur. Sur vingt-neuf Administrations de chemins de fer, deux seulement, les Compagnies de l'Ouest et du Midi français, obligent le mécanicien avant d'arriver à la bifurcation, de quel côté que ce soit, de modérer la vitesse de telle manière que le train puisse être complètement arrêté avant d'atteindre le signal d'arrêt absolu.

Sur tous les autres chemins de fer on permet, ou de traverser les bifurcations dans les deux directions sans ralentissement, ou si on le prescrit, ce n'est que pour les trains abordant l'aiguille par la pointe et alors on n'exige la réduction de la vitesse que pour le passage en voie déviée.

Il est évident que, dans l'intérêt de la sécurité de l'exploitation, il serait plus prudent de modérer la vitesse en approchant de la bifurcation vers le tronc commun, c'est-à-dire en talonnant l'aiguille de raccord. Or, c'est justement le contraire qui se fait.

Ce sont donc, je le répète, des conditions de construction qui amènent les Admi-

nistrations de chemins de fer à faire modérer la vitesse des trains au passage des aiguilles et des croisements.

Si, dans quelques cas, il est désirable de ne pas modérer la vitesse aux bifurcations, nous n'avons qu'à examiner de quelle manière les aiguilles, les croisements et les traversées doivent être construits pour permettre le passage des trains en pleine vitesse et dans toutes les directions.

La question de construction des aiguilles et des croisements devait être soumise aux discussions de la quatrième session du Congrès, mais, comme l'exposé n'a pas été fait, la question n'a pas été discutée.

Ayant été chargé de faire un rapport à ce sujet à la dernière réunion annuelle des ingénieurs en chef de la voie des chemins de fer russes, et devant élaborer un projet d'un nouveau type d'aiguille pour le chemin de fer Nicolas, j'ai étudié spécialement cette question. J'ai acquis la conviction que la plupart des types d'aiguilles employés sur les chemins de fer russes et sur d'autres laissent souvent beaucoup à désirer.

Vu l'importance de cet objet, je me permets d'abord de vous proposer d'émettre le vœu de voir soumettre aux discussions de la prochaine session du Congrès la question de la construction des aiguilles et des croisements de manière qu'ils puissent être franchis avec une grande vitesse.

Revenons maintenant aux réponses des chemins de fer : nous constatons que sur ving-neuf Administrations, quatre seulement permettent le passage des bifurcations *sans ralentissement*, savoir : 1° les chemins de fer de l'État de Danemark (limite de vitesse, 90 kilomètres; rayon minimum de la courbe de raccordement, 315 mètres); 2° le « Manchester Sheffield » (limite de vitesse, 80 kilomètres; rayon minimum, 402 mètres); 3° « London and North Western » (pour les courbes de 603 à 402 mètres de rayon); et 4° le « Great Eastern ». Il faut encore noter : *a*) que le « London and North Western », sans limiter la vitesse par des règlements, la laisse à l'appréciation du mécanicien et que pour les bifurcations en courbes de rayon inférieur à 402 mètres, il y est prescrit de réduire la vitesse, et *b*) que le « Great Eastern », dans quelques cas, à cause de circonstances exceptionnelles (?), impose une réduction de vitesse et dans ce cas la vitesse maximum tolérée pour la voie courbe (rayon minimum, 201 mètres) est seulement de 24 kilomètres à l'heure.

On ne peut compter dans ce nombre le « Caledonian » et le « Pennsylvania railway », puisque sur ces deux chemins de fer il n'est question que des bifurcations symétriques à très grands rayons de courbure (800 à 873 mètres) et, ce qui plus est, d'aiguilles symétriques dans lesquelles l'angle des pointes avec l'axe de la voie n'est que la moitié de l'angle de la pointe appartenant à la voie déviée dans la bifurcation ordinaire non symétrique.

Nous n'avons donc que quatre chemins de fer sur lesquels le mécanicien peut passer les bifurcations en pointe et même par la voie déviée sans aucune réduction de la vitesse. Mais, bien qu'il y ait autorisation de passer à grande vitesse, rien ne dit que l'on en use toujours.

Il serait intéressant d'être fixé à cet égard.

Je prie donc Messrs. les délégués des chemins de fer de l'État de Danemark, du « London and North Western », du « Great Eastern » et du « Manchester Sheffield », de me dire s'ils sont certains que vraiment les mécaniciens passent quelquefois à la vitesse maximum les aiguilles des bifurcations à contre-pointe dans la direction de l'embranchement en courbe.

Mr. F. E. Robertson, East Indian Ry. (En anglais.) — Je représente l' « East Indian Railway ».

Comme aucun délégué ne répond pour le « London and North Western Railway », je citerai l'exemple de l' « East Indian Railway », qui a toujours employé des traversées n° 10 sans inconvénient.

Mr. Robinson, *secrétaire-rapporteur*. (En anglais.) — Qu'entendez-vous par une traversée n° 10?

Mr. Robertson. (En anglais.) — Une traversée ayant un angle d'inclinaison de $^1/_{10}$. Il y a une tendance à limiter cet angle à $^1/_8$, mais nous n'avons jamais trouvé aucun inconvénient à aller jusqu'à $^1/_{10}$ avec un contre-rail.

Mr. Gordiéenko. (En anglais.) — Je demande si la vitesse est diminuée.

Mr. Robertson. (En anglais.) — Je ne puis répondre en ce qui concerne le « London and North Western Railway ».

Mr. Gordiéenko. (En anglais.) — La traversée avec angle de $^1/_{10}$ est-elle souvent employée?

Mr. Robertson. (En anglais.) — Oui, sur l' « East Indian Railway ».

Mr. Gordiéenko. (En anglais.) — Vous avez parlé de la possibilité de passer à toute vitesse les aiguilles abordées par la pointe en courbe, même dans la direction de la voie déviée. Je désire savoir si une locomotive irait à toute vitesse dans ces conditions, en Angleterre.

Mr. Robertson. (En anglais.) — En Angleterre, je pense que oui.

Mr. Gordiéenko. (En anglais.) — En avoir la permission, ou le faire sont deux choses bien différentes.

Mr. Robinson. (En anglais.) — Je pense que voici ce que Mr. Gordiéenko désire savoir : Dans leurs réponses au questionnaire, les compagnies ont indiqué qu'elles donnaient carte blanche aux mécaniciens, mais Mr. Gordiéenko désire savoir si les mécaniciens profitent de cette permission d'aller à toute vitesse. Et sur l' « East Indian », donnez-vous aussi carte blanche aux mécaniciens et vont-ils à toute vitesse ou à vitesse réduite?

Mr. Robertson. (En Anglais.) — Je pense que les mécaniciens vont à toute vitesse même quand on ne leur donne pas carte blanche. La tendance est toujours d'aller

plus vite que les règlements le permettent. Je ne pense pas qu'un mécanicien ralentisse quand il a carte blanche.

Mr. Gordiéenko. — En ce qui concerne le passage des voies courbes des bifurcations vers le tronc commun, c'est-à-dire en prenant l'aiguille par le talon, il est autorisé non seulement sur les quatre lignes déjà nommées et sur le « Pennsylvania » et le « Caledonian railroad », mais encore sur le chemin de fer Hollandais, le « Midland », le « Great Indian », l'État autrichien et l'État hongrois, soit en tout sur dix chemins de fer. Enfin, dix-neuf chemins de fer permettent le passage à pleine vitesse sur l'aiguille en contre-pointe si elle est dirigée sur la voie droite; deux seulement, le Midi et l'Ouest français, comme je viens de le dire, diminuent la vitesse de leurs trains même en abordant l'aiguille de la bifurcation par le talon et en ligne droite.

Cette petite statistique me semble démontrer clairement :

1° Que la plupart des Administrations de chemins de fer tiennent pour dangereux le passage en pleine vitesse de la bifurcation ou, simplement, de l'aiguille en contre-pointe dirigée sur la voie courbe;

2° Que toujours la plupart des chemins de fer croient devoir limiter la vitesse en abordant l'aiguille en voie courbe, alors même qu'elle est prise par le talon;

3° Qu'au contraire, la plupart des chemins de fer trouvent complètement admissible le passage en pleine vitesse d'une aiguille à contre-pointe quand elle est dirigée sur la voie droite et qu'elle est convenablement verrouillée ou calée.

Si l'on examine maintenant ce qui pourrait constituer pour le mouvement des trains franchissant l'aiguille et le croisement un danger plus grand que leur passage en voie droite ou courbe, on peut s'arrêter, me semble-t-il, aux conclusions suivantes :

« *A*. L'aiguille étant bien construite, bien manœuvrée et verrouillée ou calée et, si elle est dans direction de la voie droite, on ne pourrait trouver un élément quelconque de danger pour le mouvement en pleine vitesse. Le danger n'existe que pour le passage à contre-pointe du croisement, surtout si l'angle en est très aigu, et on ne peut éviter le danger qu'en maintenant le contre-rail toujours bien fixé dans une position telle qu'il permet le passage du boudin des bandages par le croisement et prévient des chocs contre sa pointe.

« Je puis dire que ce n'est pas toujours le cas et que parfois on ne tient pas compte des variations dans l'espacement des bandages.

« *B*. — En franchissant l'aiguille en voie droite lorsqu'on la prend par le talon, on a quelquefois des chocs. On risque, quand la pointe est courte et par cela même l'angle de l'aiguille assez grand et l'élargissement de la voie au commencement de l'aiguille notable, que la roue qui touche le rail contre-pointe de la voie déviée déraille à l'intérieur de la voie. De pareils déraillements se sont produits sur les chemins de fer russes.

« Il se peut donc que, par le fait de certains détails de construction, le passage d'une aiguille en voie droite par le talon présente plus de danger que le passage par la pointe.

« Dans tous les cas, supposant une bonne construction et une bonne fixation de l'aiguille, on pourra toujours la passer avec la vitesse autorisée sur les autres parties ordinaires de la voie.

« *C.* — Tout autres sont les conditions de passage d'une aiguille quand elle est placée sur la voie courbe. Lorsque les trains prennent l'aiguille en pointe, il se produit un choc du boudin des bandages contre le rail-aiguille et contre le rail contre-aiguille pour les trains prenant l'aiguille par le talon.

« Dans les deux cas, il y a une même déviation et un même choc. Seulement, le train qui prend l'aiguille par la pointe peut plus facilement dérailler parce que, à l'endroit où se produit le choc, l'aiguille est de 2 ou 3 centimètres moins haute que le rail contre-aiguille, ce qui fait que le boudin du bandage peut facilement monter sur la pointe. »

L'intensité du choc croît en raison des carrés de la vitesse et du carré du sinus de l'angle de la pointe. Je m'étonne un peu de constater qu'un très petit nombre de chemins de fer ont des aiguilles courbes. Cette situation existait autrefois en Russie, mais maintenant plusieurs chemins de fer commencent à employer des aiguilles courbes et les trouvent préférables aux aiguilles droites.

La forme de la section transversale du bout de l'aiguille peut aussi quelquefois faciliter le déraillement. Sur le chemin de fer du Sud-Ouest, on a remarqué que ce cas se présente quand la surface intérieure n'est pas verticale.

Quoi qu'il en soit, ce n'est pas tant du rayon de la courbe de l'aiguille ou de la courbe du raccord que peut dépendre la vitesse admissible des trains à leur passage, mais bien de l'angle du choc, qui est pour les aiguilles droites, l'angle de la pointe.

Je vous propose, messieurs, les conclusions suivantes :

« 1° Les aiguilles solidement construites dans tous leurs détails, verrouillées ou calées dans la direction de la voie droite, peuvent être franchies par les trains dans les deux directions de la voie droite avec les vitesses que l'on admet pour la voie droite;

« 2° Pour le passage des aiguilles dans la direction de la voie déviée, il est toujours à recommander de modérer la vitesse, que l'aiguille soit verrouillée ou non, qu'elle soit prise par la pointe ou par le talon. »

Mr. Brière, Paris-Orléans. — Messieurs, nous avons trouvé que le rapport de Mr. Zanotta était particulièrement bien fait, qu'il était correct, qu'il restait dans les justes limites de ce qu'on doit dire dans un congrès, et nous insistons pour qu'on vote purement et simplement les conclusions de l'honorable rapporteur. Mr. Gordiéenko demande que l'on mette à l'ordre du jour du prochain congrès la question de la construction des aiguilles. Je pense — et plusieurs de mes collègues sont de cet avis — que cette question est trop spéciale pour pouvoir rentrer dans le cadre du Congrès.

Si nous accédions à la demande de Mr. Gordiéenko, on serait en droit de venir proposer de saisir le Congrès de questions toutes spéciales, de la construction des boulons, par exemple.

J'estime que le Congrès ne peut pas entrer dans cette voie : il ne doit s'occuper que des questions générales.

Mr. Gordiéenko. — La question de la construction des aiguilles a été mise à l'ordre du jour de la session de Saint-Pétersbourg; elle n'a donc pas été trouvée trop spéciale.

Mr. le Président. — La section paraît désireuse de se prononcer immédiatement sur les conclusions de M. Zanotta. (*Marques unanimes d'assentiment.*)

Mr. Gordiéenko. — Le premier paragraphe des conclusions de Mr. Zanotta expose tout simplement des faits; je trouve qu'il n'y aurait aucun inconvénient à exprimer aussi une opinion et c'est à quoi tendent mes conclusions.

Mr. le Président. — L'honorable Mr. Gordiéenko émet une opinion et il voudrait que le Congrès reconnût qu'elle est admissible.

Mr. Gordiéenko. — Je demande tout simplement qu'on ne se borne pas à constater des faits.

Mr. Brière. — Notre mission est précisément de constater des faits. Il faut se montrer très prudent et ne pas donner des indications qui pourraient n'être pas reconnues exactes par l'expérience. Le règlement prouve, du reste, que notre rôle est bien celui que je viens de définir. Puisque nous ne pouvons pas voter, nous devons nous borner à des constatations.

Mr. Debray, *secrétaire principal.* — C'est une erreur de dire que nous ne pouvons pas voter. Les sections se prononcent sur les conclusions du rapporteur et leurs délibérations sont soumises à l'assemblée plénière.

Mr. le Président. — Il est inutile de continuer cette discussion; l'assemblée générale acceptera ou n'acceptera pas nos propositions.

Je déclare la discussion close et je mets aux voix le § 1er des conclusions de Mr. Zanotta.

— Ce paragraphe est adopté.

Mr. le Président. — Ce vote implique le rejet du § 1er des conclusions de Mr. Gordiéenko.

Je mets aux voix le second paragraphe des conclusions de Mr. Zanotta.

— Ce second paragraphe est adopté.

Mr. le Président. — Mr. Gordiéenko insiste-il pour que le second paragraphe de ses conclusions soit mis aux voix?

Mr. Gordiéenko. — Ma conclusion relative au passage des aiguilles dans la direction de la voie déviée est ainsi conçue :

Pour le passage des aiguilles dans la direction de la voie déviée, il est toujours à recommander de modérer la vitesse, que l'aiguille soit verrouillée ou non, qu'elle soit prise par la pointe ou par le talon.

Mr. Zanotta, *rapporteur.* — Cette conclusion va à l'encontre de ma proposition.

Mr. Gordiéenko. — Je n'insiste pas.

Mr. le Président. — Messieurs, je suis heureux de l'issue de la discussion.

Je crois être votre interprète en félicitant le rapporteur pour son travail remarquable. (*Applaudissements.*)

— La séance est levée à midi.

Séance du 4 juillet 1895, à 10 heures (matin).

—

PRÉSIDENCE DE M. RICHARD JEITTELES

Mr. le Président. — Au cours de la séance d'hier, Mr. Gordiéenko a proposé de demander que la question de *la construction des aiguilles* soit mise à l'ordre du jour de la sixième session du Congrès.

Mr. Brière a fait connaître son avis à cet égard. Si personne ne demande la parole, je mettrai la proposition aux voix.

Mr. Gordiéenko, Ministère des voies de communication, Russie. — Mr. Brière a trouvé que la question était trop spéciale pour être discutée par le Congrès.

Or, comme je l'ai fait remarquer, cette question a déjà été portée à son ordre du jour (session de Saint-Pétersbourg), et si elle n'a pas été discutée, c'est uniquement parce que le rapport n'avait pas été élaboré en temps voulu.

En raison de l'importance de la question, j'insiste pour qu'on demande de la soumettre aux délibérations du Congrès au cours de sa prochaine session.

— La proposition de Mr. Gordiéenko est mise aux voix et adoptée.

Mr. le Président. — Cette résolution sera notifiée à l'assemblée générale.

DISCUSSION EN SÉANCE PLÉNIÈRE

Séance du 5 juillet 1895 (après midi).

PRÉSIDENCE DE LORD STALBRIDGE

Mr. le Président. — La parole est à Mr. Richard Jeitteles, président de la 1re section, pour donner lecture du texte français du rapport de section. Mr. Leslie Robinson, secrétaire-rapporteur, donnera ensuite lecture de la traduction anglaise.

Mr. Jeitteles. —

Rapport de la 1re section.

« Cette question a fait l'objet d'un très remarquable rapport dont les conclusions ont été adoptées par la section à une grande majorité.

« Dans l'exposé qu'il a présenté à la section, Mr. Zanotta a rappelé l'observation faite par Mr. Sabouret, rapporteur de la question n° II, que les considérations d'ordre commercial et même d'ordre moral se trouvent avoir dans la question une bien autre importance que les considérations d'ordre technique.

« Il en est pour la Question III comme pour la Question II.

« Comme conditions les plus favorables de construction, Mr. Zanotta cite les dispositifs conseillés lors de la première session du Congrès dans les conclusions de la question VII, littéra B, c'est-à-dire éviter d'établir les bifurcations en tranchée forte courbe ou pente, chercher à remplacer la traversée à niveau par le passage au-dessus et au-dessous, tracer

Mr. Leslie Robinson. —

« This question was the subject of a very interesting report, the conclusions of which were adopted by a large majority in the Section.

« Mr. Zanotta called attention to the observations made by Mr. Sabouret, the reporter of Question II : « That considerations of commercial and general expediency are of greater importance in this question than considerations of a technical nature. »

« Question III is similar in this respect to Question II.

« Mr. Zanotta stated that the most favourable conditions of construction, according to the conclusions arrived at on Question VII-B, at the first session of the Congress, were : « To avoid junctions in cuttings, at sharp curves and on gradients, and to endeavour to substitute other means of communication either below or above the line, to lay out the

les voies convergentes parallèlement l'une à l'autre sur une certaine longueur, etc.

« Mr. Zanotta recommande, pour le cas où les deux lignes convergentes sont parcourues par des trains rapides ayant la même vitesse et également importantes, la disposition symétrique, et si cette combinaison n'est pas possible, de donner à la voie déviée le plus grand rayon de courbure possible par l'adoption de croisements assez aigus et d'une entre-voie assez large.

« Il faut naturellement que les voies des bifurcations soient fortement constituées; la pose de ces voies exige des soins particuliers, et l'on peut y recommander l'emploi des supports de fort équarrissage, convenablement espacés, d'un ballast de bonne qualité reposant sur une plate-forme solide et bien asséchée.

« En ce qui concerne les aiguilles, Mr. Zanotta constate qu'elles sont généralement verrouillées, qu'il y a une tendance à employer des aiguilles aussi longues que possible; ces aiguilles peuvent être souvent constituées avec des rails de la voie ordinaire.

« Pour les croisements de changement et de traversée, on leur donne la plus faible ouverture possible en descendant jusqu'à $^1/_{12\cdot5}$ ou $^1/_{15}$ pour les croisements de changement et jusqu'à $^1/_5$ pour les croisements de traversées, et quelquefois même $^1/_{10}$.

« Les Administrations anglaises ne paraissent pas reconnaître la nécessité de la surélévation donnée généralement sur le continent au contre-rail de la traversée.

« Les croisements constitués avec des rails ordinaires de la voie seraient peut-être plus favorables au point de vue de la douceur de la marche que les croisements d'une seule pièce.

« Mr. Zanotta constate que la disposition symétrique présente des conditions plus favorables pour le tracé des raccords; on arrive ainsi à des rayons presque doubles de ceux obtenus quand l'une des branches est maintenue en ligne droite.

converging lines parallel to one another certain length, etc. »

« Mr. Zanotta recommended for the c converging lines run over by express with equal speed and of equal impo that both lines shall converge equally this cannot be effected, that the conv line shall have as flat a curve as possibl the angle of intersection at crossings b acute with plenty of width between t and down lines.

« The junctions must be strongly the laying out must receive special att substantial supports, suitably space must be used, and also ballast of good q resting on a solid and well drained for

« As regards the points, Mr. Zano they are generally bolted, and that th tendency to use switches, as long as p which can often be made with ordinar

« For single and diamond crossi smallest possible opening should b down to $^1/_{12\cdot5}$ or $^1/_{15}$ for the former a even $^1/_{10}$ for the latter.

« English Companies, as a rule, recognise the necessity of giving an elevation to the guard rail in crossin done on the Continent.

« The crossings made with ordin tend perhaps to smoother running th made in one piece.

« Mr. Zanotta maintained that the rical convergence of the two lines is able for junctions, as the radii of th are then nearly double what they wou one branch ran straight.

le remédier en quelque manière à
totale ou partielle de surélévation
térieur, on a recours, surtout dans
oies Vignoles, au renforcement des
e ce rail, à l'adoption de contre-
s'appuient sur la face extérieure du
et en quelques cas à l'emploi d'un
placé latéralement au rail intérieur
g de la branche en courbe.

ses observations ont été présentées
Gordiéenko (Russie), d'après qui
sement des trains au passage des
ıs serait motivé par des conditions
ction qui ont fait l'objet d'études
en Russie. Mr. Gordiéenko avait
la section les conclusions suivantes,
pas été adoptées, la section ayant
il suffisait de ratifier les constata-
signées dans les conclusions de
a sans formuler de règle :

s aiguilles solidement construites
s leurs détails, verrouillées ou calées
direction de la voie droite, peuvent
chies par les trains dans les deux
ıs de la voie droite, avec les vitesses
lmet pour la voie droite;

ur le passage des aiguilles, dans la
ı de la voie déviée, il est toujours
mander de modérer la vitesse, que
e soit verrouillée ou non, qu'elle
e par la pointe ou par le talon. »

Gordiéenko avait également proposé
ler à la Commission internationale
dre pour la sixième session du
ı question de la constitution des
ui a figuré à l'ordre du jour de la
session, mais qui n'a pu être traitée
tersbourg.

proposition a été combattue par
(Paris-Orléans), par la considéra-
le Congrès doit se tenir dans
questions générales, on ne saurait
lans les détails. La section est d'avis
re la proposition de Mr. Gordiéenko
plénière.

« In order to counteract to some extent the total or partial absence of superelevation of the outer rail, the attachments, and this is particularly the case with the Vignoles rail, are strengthened by abutments which bear upon the outer face of the rail, and sometimes also guard rails are placed along the side of the inner rail on the whole length of the curved branch.

« Several remarks were made by Mr. Gordiéenko (Russia), to the effect that the slackening of trains at junctions depended upon the conditions of construction, and that these conditions had been the subject of special study in Russia. Mr. Gordiéenko made the following proposals to the Section which were not adopted, the Section being of opinion that the conclusions arrived at by Mr. Zanotta should be adopted and that it was not necessary to draw up fixed rules :—

« 1st Trains can be run in both directions
« on the straight line over points at the same
« speed as on the straight line without points,
« if points are of good construction and locked
« in the direction of the main line;

« 2nd For trains passing in the direction of
« the diverging line over points either facing
« or trailing, it is always advisable to slacken
« speed whether the points are locked or
« otherwise. »

« Mr. Gordiéenko also wished the International Commission to be asked to put down the question of the construction of points for discussion at the sixth session of the Congress, as it was on the programme for the fourth session at St. Petersburg, but was not discussed.

« This proposal was objected to by Mr. Brière (Orleans Railway) as he considered that the Congress should confine itself to general questions, and not enter into details. The Section decided to submit Mr. Gordiéenko's proposal to the general meeting.

« La section présente à l'approbation du Congrès les conclusions suivantes :

« The Section presents for the approval of the Congress the following conclusions : —

CONCLUSIONS

« Le Congrès constate qu'un grand nombre « d'Administrations admettent le passage en « vitesse sur les bifurcations, surtout pour « les trains parcourant les branches en lignes « droites ou en courbes de grand rayon.

« Une voie très résistante aux efforts verti- « caux et horizontaux, un tracé qui ne com- « porte pas de courbes ayant des rayons trop « faibles (tracé auquel on peut arriver en « adoptant une disposition symétrique pour « les deux branches de la bifurcation ou en « employant des croisements de changement « et de traversée très aigus), l'emploi de sup- « ports de fort équarrissage convenablement « espacés et d'un ballast de bonne qualité « reposant sur une plate-forme solide et bien « asséchée, peuvent être considérés con- « curremment aux dispositifs conseillés dans « les conclusions relatives à la question VII, « littéra B, de la première session du Congrès « parmi les conditions les plus favorables à « l'établissement des bifurcations parcourues « en tous sens à toute vitesse. »

« The Congress finds that a large number « of Administrations allow trains to pass over « junctions at full speed, especially trains « running on the straight line, or on lines « with curves of large radius.

« A permanent way with stiffness to resist « the horizontal and vertical strains, curves « not too sharp (an arrangement which can be « arrived at either by adopting a symmetri- « cal design for the two lines or by employing « very acute crossings), sleepers of large sec- « tion suitably spaced, and good ballast, « resting on a solid and well-drained forma- « tion, may be considered, in conjunction « with the arrangements suggested in the « conclusions arrived at on Question VII-B, « at the first session of the Congress, to em- « body the most favourable conditions for the « construction of junctions which are run over « by express trains in all directions at full « speed. »

— Adopté.

Mr. le Président. — Suivant la proposition de M. Gordiéenko, nous avons encore à vous soumettre de la part de la 1re section cette conclusion qui n'est pas imprimée :

« Il y a lieu de prier la Commission internationale du Congrès de vouloir bien « mettre à l'ordre du jour de la sixème session la question de la constitution des « aiguilles, déjà portée à l'ordre du jour de la quatrième session, mais qui n'y a « point été traitée. »

Je pense que nous n'avons pas à voter à ce sujet. Nous ne pouvons que décider de transmettre la proposition à la Commission internationale, qui a à s'occuper de ces questions.

— Adopté.

— Les conclusions sont ratifiées, sans observations, par l'assemblée plénière.

ANNEXE

Errata à l'exposé par Mr. A. Zanotta.

Page III/12 du tiré à part n° 3 et du *Compte rendu* (p. 968 du *Bulletin* de 1894), la figure doit porter le n° 6 au lieu du n° 8.

Page III/13 (p. 969 du *Bull.*), ligne 9 du bas, *au lieu de :* « 0.11 (2 4/10 pouces) », *lisez :* « 0.11 », et *au lieu de :* « 60 millimètres », *lisez :* « 60 millimètres (2 4/10 pouces) ».

Page III/18 (p. 974 du *Bull.*), ligne 6 du bas, *au lieu de :* « croisement d'entrée », *lisez :* « croisement du changement de voie et le croisement d'entrée ».

Page III/60 (p. 1016 du *Bull.*), ligne 17 du haut, *au lieu de :* « Pour la direction principale », *lisez :* « Pour la direction principale 40 kilomètres (25 milles) ».

QUESTION IV

CONSTRUCTION ET ÉPREUVES DES PONTS MÉTALLIQUES

A. *Quelles sont les quantités de métal mises et à mettre en œuvre dans les ponts de chemins de fer et en tenant compte des prescriptions en vigueur dans les différents pays?*

B. *Quelles sont la nature et la valeur des procédés des différentes Administrations de chemins de fer pour les épreuves initiales et pour les épreuves périodiques des ponts métalliques?*

C. *Quelle est l'importance réelle que l'on doit attribuer à ces épreuves, et peut-on les regarder comme un moyen expérimental pour établir les conditions effectives de solidité et le degré de sûreté des constructions susdites?*

Rapporteur : Mr. Edler von Leber (Max), inspecteur principal du corps I. et R. de la surveillance générale des chemins de fer de l'Autriche, au ministère I. et R. du commerce, à Vienne.

QUESTION IV

TABLE DES MATIÈRES

N. B. — Voir aussi le tiré à part (à couverture brune) n° 20.

EXPOSÉ

Par Max Edler von LEBER

INSPECTEUR EN CHEF AU CORPS IMPÉRIAL, ROYAL DU CONTRÔLE GÉNÉRAL
DES CHEMINS DE FER DE L'AUTRICHE

Afin de ne laisser aucun doute sur la manière dont il traiterait la question IV, le rapporteur avait émis son opinion personnelle sur l'importance relative des littéras A et B, dès le moment où la Commission internationale du Congrès lui a fait l'honneur de le charger de ce rapport. Cette opinion tendait simplement à la suppression du littéra B, qui ne supporte véritablement pas la discussion pour les constructeurs; elle a été pleinement confirmée par l'étude faite depuis pour tous les pays.

Les épreuves initiales sont absolument nécessaires; c'est là une garantie de sécurité que nous devons au grand public, et le fait seul que certains ponts se sont écroulés lors de cette épreuve (1), nous indique l'impossibilité même de la supprimer. De même, les épreuves périodiques à renouveler tous les cinq ou six ans, en

(1) Ce sont des ponts de route de divers pays pour lesquels des autorités locales, sans expérience, procèdent par voie d'adjudication, et des entrepreneurs incapables ou peu honnêtes acceptent un prix à forfait réduit outre mesure. Nous croyons peu à propos de citer ici des exemples.

même temps que la peinture, sont nécessaires pour les ingénieurs. Les tassements observés nous procurent une indication sur la solidité et la bonne conservation des assemblages, sur la stabilité de l'ensemble à l'encontre des effets dynamiques, etc., etc.

Mais nous ne pensons pas qu'il existe actuellement un seul ingénieur sérieux, spécialiste en ponts métalliques, qui voudrait déduire des résultats fournis par de pareilles épreuves : « les conditions effectives de solidité et le degré de sûreté » que peuvent présenter spécialement toutes les parties nombreuses et diverses de la construction. Ces conditions résultent des essais faits pour les matériaux de construction, des calculs de résistance, du montage, etc.

Passons donc rapidement sur ces difficultés pour arriver à l'ordre du jour qui est la partie A de la question IV. Cette question, telle qu'elle est formulée, renferme en réalité tout ce qu'on peut demander d'intéressant sur les ponts métalliques [1], et pour la traiter avec quelques développements, nous avons divisé notre travail en six chapitres comme suit :

I. — *Les ponts métalliques jusqu'en 1870.*
II. — *Surcharges à considérer quant au matériel roulant.*
III. — *Prescriptions de surcharges pour la construction des ponts métalliques.*
IV. — *Fabrication du fer et de l'acier pour les ponts métalliques.*
V. — *Limites de travail intérieur à admettre dans le métal des ponts.*
VI. — *Quantités de métal à investir dans les ponts, dans diverses conditions de portée et de hauteur.*

Nous résumons ensuite en présentant nos conclusions au Congrès.

Nous avons reçu une soixantaine d'envois effectifs des cinq mondes, dont beaucoup comprennent des renseignements très complets, que nous pourrons utiliser même après la session. De nouveaux envois nous parviennent encore. Enfin, notre éminent ancien vice-président de la session du Congrès de Bruxelles, en 1885, S. Exc. M. Thielen, ministre des travaux publics, à Berlin, vient de décider, sur notre initiative personnelle, que les directions du grand réseau de l'État prussien sont autorisées à nous fournir les renseignements relatifs à la question IV; nous espérons de même obtenir encore des communications de la Bavière et de la Saxe, que nous utiliserons à la dernière heure.

En remerciant ici tous nos éminents collègues ingénieurs des ponts métalliques de la haute attention accordée à notre questionnaire, nous ne pouvons que nous excuser de n'avoir pu, faute de temps, en tirer suffisamment parti pour la session de Londres.

[1] Y compris les questions de solidité et sécurité mentionnées plus haut.

I. — Les ponts métalliques jusqu'en 1870.

Lorsqu'on veut suivre l'histoire des constructions métalliques dans l'ancien monde, c'est toujours à l'Angleterre et aux ingénieurs anglais qu'il faut en revenir. Dans ce pays traditionnel des industries métallurgiques, nous pouvons constater les étapes les plus importantes concernant la fabrication du fer et de l'acier en grandes masses et leur mise en œuvre dans des poutres de pont dont la portée croissante et le mode de construction de plus en plus étudié ont toujours causé l'admiration de toute l'Europe.

Les grandes poutres à âme pleine des viaducs de Conway et Britannia, vers le milieu du siècle, constituaient sans aucun doute, pour nos pères, une véritable merveille technique [1], absolument comme le géant des ponts modernes sur le « Firth of Forth », avec ses grandes ouvertures de 521 mètres de portée, vient de montrer à la génération actuelle ce qu'est capable de produire le génie des ingénieurs anglais.

En fait, l'emploi des constructions métalliques pour les ponts de chemins de fer a marché de pair avec le perfectionnement des procédés métallurgiques et avec le développement même des réseaux de voies ferrées. Il serait oiseux de refaire ici toute l'histoire détaillée de ces industries. Rappelons seulement qu'en 1845, où l'on s'occupa sérieusement de franchir de grandes portées au moyen de travées métalliques, les poutres à âmes pleines pour portées moindres étaient déjà d'un usage courant. On déterminait leurs dimensions soit par des épreuves directes, soit par des considérations de similitude se rattachant à ces expériences, lorsqu'il s'agissait de portées plus grandes. C'est par de semblables procédés que l'on arriva à dresser les projets des premières grandes travées tubulaires de Conway et Britannia; à cette époque, les procédés de calculs pour déterminer par voie théorique les sections

[1] *En Angleterre :* 1847 à 1848, viaduc de Conway, avec 122 mètres de portée; 1847 à 1850, viaduc Britannia, avec 140 mètres de portée.

En Allemagne : 1850 à 1856, viaduc sur la Vistule, près Dirschau, avec 121 mètres de portée.

En France : 1852, viaduc sur la Seine, près Asnières, avec 30 mètres de portée; 1855, viaduc sur la Garonne, près Langon, avec 74 mètres de portée.

Les poutres à âmes pleines pour de grandes portées, à peine admises, furent remplacées presque aussitôt par les *Lattice-Girders* et *Truss-Girders*, ou poutres en treillis et à triangulations, bien plus économiques.

En Angleterre : 1849, viaduc de Windsor, avec 58 mètres de portée; 1850 à 1852, viaduc de Chepstow, avec 90 mètres de portée (à larges mailles); 1854 à 1858, viaduc de Saltash, avec 139 mètres de portée (bandes courbes).

à donner aux diverses pièces n'existaient pas encore [1]. Mais dès 1855, les conceptions nouvelles sur la résistance des matériaux telles, qu'elles sont admises actuellement, commençaient à se développer.

La comparaison des travées métalliques à âmes pleines de « Britannia » aux Truss-girders à grandes mailles de « Saltash », indiquait en faveur de ces dernières une économie considérable en matériaux et concourait puissamment à encourager les constructeurs dans la poursuite de ces recherches que Stephenson, Brunnel et d'autres ingénieurs illustres avaient si brillamment inaugurées en Angleterre.

Ce sont les ingénieurs français Navier, Bresse [2] et Clapeyron [3], qui peuvent être considérés comme ayant en réalité établi les bases fondamentales de nos théories sur la résistance des matériaux, telles qu'elles ont été utilisées depuis partout. Des perfectionnements importants y ont été apportés par des calculateurs éminents de tous les pays des deux mondes, et si l'on peut affirmer que depuis 1860 environ, les ponts métalliques ont été établis sur la base de calculs théoriques précis, il n'en est pas moins vrai qu'actuellement les congressistes prenant part à la session de 1895, et ayant occasion de contempler en Angleterre les travées monstres du « Firth of Forth », y pourront admirer non seulement la portée énorme de 521 mètres, mais encore bien plutôt la sagacité des ingénieurs ayant su profiter de tous les raffinements des calculs théoriques et procédés de construction modernes, pour réduire les frais à un minimum, tout en donnant à la construction une résistance suffisant à toutes les éventualités possibles.

Il importe toutefois de constater que pour les milliers de ponts à portées courantes établis sur les chemins de fer, les constructeurs n'ont pas suivi la voie des

(1) Consulter à ce sujet les publications de cette époque :

1. Eaton Hodgkinson, F.R.S., *Experimental researches on the strength and other properties of cast iron*. London, J. Weale, High Holborn, 1846.

2. G.-H. Love, *Mémoire sur la résistance du fer et de la fonte*. Paris, 1852; une critique des expériences anglaises.

3. Stokes, *Transactions of the Cambridge philosophical Society*, 1849, dont on trouve une analyse dans les *Annales des ponts et chaussées*, 1851.

4. Phillips, *Annales des mines*, t. VII, 1855, et *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 3 décembre 1866, sur les rapports de similitude à observer en faisant des expériences à petite échelle.

5. Fairbairn, *Civil engin. and archit. Journal*, 1860. Expériences sur la répétition des efforts.

(2) L. Bresse, *Cours de mécanique appliquée, professé à l'École des ponts et chaussées*. Paris, 1859.

(3) Mémoire de 1857, présenté à l'Académie des sciences à Paris, qui établit la théorie des poutres continues à l'aide des moments fléchissants sur les appuis.

grands progrès caractérisée par les travées exceptionnelles que nous venons de citer. Les ingénieurs chargés de dresser les projets étaient obligés de tenir compte des procédés de fabrication du métal et des pièces de construction, des méthodes de montage dont ils pouvaient disposer, du prix de la main-d'œuvre et d'autres influences locales.

C'est ainsi qu'en Europe, à partir de 1860, et à la suite de l'invention des fondations descendues à grande profondeur sur caissons à air comprimé, invention qui date de la même époque [1], on a vu surgir une multitude de ponts à poutres droites continues sur un certain nombre de travées et supportées par des piles fondées sur caissons. L'âme pleine y était remplacée par un treillis serré à fers plats, renforcé de montants verticaux rigides pour éviter le flambage. Les grandes lignes ferrées alors en construction dans presque toute l'Europe, et dont beaucoup sont devenues des artères principales de circulation, renferment un grand nombre de constructions de ce genre; leur montage s'effectuait le plus souvent par voie de lançage longitudinal, ce qui diminuait notablement les frais d'échafaudages. Les maîtresses poutres des ponts construits à Kehl et Cologne, sur le Rhin, constituent des monuments historiques représentant ce système de construction que l'on abandonna, dès 1867 environ, en faveur des treillis à croisillons rigides et des triangulations à grandes mailles.

L'idée conçue par Clapeyron, en 1857, de profiter de la continuité des poutres sur plusieurs travées, pour mieux utiliser le métal sans porter préjudice à la rigidité, n'était pas la seule que l'on avait alors en vue, en cherchant à abandonner la travée libre, pour trouver au droit des appuis un surcroît de résistance. Les encastrements, les suspensions funiculaires, les jambes de force, etc., etc., constituaient autant de conceptions restées infructueuses, tandis que l'idée de l'arc métallique venant remplacer la voûte de pierre et utilisant les appuis comme culées, a donné naissance à une série de ponts métalliques très pratiques se distinguant par leur forme élégante et offrant autant de résistance que les ponts construits dans d'autres systèmes. La théorie de ces arcs était faite par Bresse [2], dès 1859, et perfectionnée par Albaret,

[1] En 1859, pont sur le Rhin, près de Kehl, le premier à grands caissons pneumatiques descendus à $19^{m}50$ sous l'étiage.

En 1858, pont sur la Gironde, à Bordeaux, avec colonnes pneumatiques descendues à 21 mètres sous l'étiage. Les colonnes ont, en général, fait place aux caissons. Cependant, dans les Indes, au pont de Benarès, sur le Gange, des colonnes tubulaires ont été descendues par voie de draguage jusqu'à $42^{m}6$ sous l'étiage. (London, 1881, W.-F. Batho, consulting engineer.)

[2] *Cours de mécanique appliquée*, Paris, 1859, déjà cité, avec tables pour les arcs.

dès 1862 [1]. Elle fut mise en pratique aussitôt et ce fut l'origine de ce genre de constructions auxquelles appartiennent les grands arcs de plus de 160 mètres de portée construits beaucoup plus tard sur le Mississipi à Saint-Louis, sur le Douro à Porto et sur la gorge de Garabit en France.

En résumé, on peut dire que dans l'ancien monde, vers 1870, les ponts métalliques affectaient déjà les formes générales à peu près conservées depuis et que les méthodes de calcul étaient celles dont on fait encore usage actuellement. Nous reviendrons plus loin sur les perfectionnements peu apparents, mais considérables, que les gouvernements et les grandes Administrations de chemins de fer ont été amenés à introduire depuis dans les constructions métalliques des viaducs plus récents.

Remarquons, en attendant, que, déjà bien avant 1870 et même 1867, les ponts métalliques dans le nouveau monde étaient construits avec triangulations à grandes mailles, dès qu'il s'agissait de portées dépassant celles qui sont usuelles pour les poutres à âmes pleines. Cela tient surtout aux assemblages à chevilles à l'endroit des nœuds, que les ingénieurs américains admettent de préférence pour leurs ponts. (*pin connected bridges*) afin de diminuer la durée du montage, en vue du prix élevé de la main-d'œuvre sur les chantiers. Les ingénieurs européens font exclusivement usage d'assemblages à rivures, et les ponts bien peu nombreux qui avaient été construits avec triangulations à chevilles [2] ont dû être remplacés par d'autres constructions plus stables. Du reste, tout convaincus que nous sommes en Europe de la supériorité des assemblages à rivures sur ceux à chevilles, nous ne manquons pas de rendre hommage à la sagacité avec laquelle les ingénieurs américains ont su résoudre les problèmes les plus difficiles; nous constatons aussi qu'ils préfèrent la rivure partout où cela leur paraît compatible avec les conditions que leur imposent les circonstances locales.

II. — Surcharges à considérer conformément au matériel roulant.

Un des éléments les plus essentiels à considérer comme déterminant la quantité de métal à investir dans les ponts métalliques est sans contredit la charge mobile à admettre dans les calculs de résistance, laquelle se compose avant tout du poids des

(1) *Annales des ponts et chaussées*. 1862, 2e semestre, p. 305, pour les arcs proprement dits, et 1870, n° 271, p. 463 à 573, pour les arcs à tympans rigides. De nombreux ponts en arcs, ainsi calculés, ont été construits sur les chemins de fer d'Algérie.

(2) En Autriche en particulier, les systèmes Schnirch, Neville, Schiffkorn, dont les deux derniers admettaient simultanément le fer et la fonte. En Amérique, on a pareillement éliminé les constructions mixtes en fer et bois assez répandues antérieurement.

locomotives et tenders dont on doit tenir compte. Les locomotives « Sharp et Roberts », en 1840, pesaient, à vide, 12 tonnes seulement; celles dites de « Stephenson », en 1845, 18 tonnes au plus [1]. Ces poids bien modestes furent bien vite dépassés.

Les types peu nombreux de machines usités dans les premiers temps pour toute espèce de trains furent remplacés par des types spéciaux, suivant le caractère des trains remorqués. Dès 1850, la locomotive Crampton, spéciale pour trains à grande vitesse, passa d'Angleterre en France et fut aussitôt adoptée par trois grandes Compagnies (Nord, Est et Lyon). Elle pesait 28 tonnes en charge, dont 10 tonnes revenant à l'essieu moteur. Du moment qu'on s'était décidé à faire porter pareil poids par un seul essieu, on arrivait à en faire autant pour les autres. Les locomotives à trains mixtes et à trains de marchandises, avec deux, trois essieux couplés et des charges réparties aussi également que possible sur chacun d'eux, devinrent de plus en plus lourdes. Après l'achèvement du chemin de fer par-dessus le *Semmering*, en Autriche, on organisa un concours pour arriver aux meilleures locomotives pouvant remorquer les trains de marchandises sur rampes de 25 pour mille, alors encore inconnues dans les chemins de fer. Dans ce concours resté célèbre, la *locomotive Engerth*, qui obtint le premier prix, n'eut toutefois qu'un succès momentané; on fut obligé de la modifier, et c'est en cherchant à placer l'essieu d'avant du tender sur le châssis de la locomotive qu'on est arrivé au type à quatre essieux couplés, qui constitue jusqu'à l'époque actuelle le moteur préconisé pour les lignes de montagne. De pareilles machines ont été toujours considérées par les ingénieurs des ponts métalliques comme produisant la plus grande surcharge à faire entrer dans les calculs de résistance des ponts métalliques, ce qui tient surtout au faible écartement des essieux.

On a essayé, vers 1864, d'augmenter encore le nombre des essieux. Les locomotives dites Pétiet, de la Compagnie du Nord français, avaient quatre cylindres action-

Machines à 3 essieux.	*Sharp et Roberts 1840.*	*Stephenson 1845.*
[1] Diamètre des roues motrices. . .	$1^{m}66$	$1^{m}70$
Surface de chauffe totale	$55^{m2}80$ (avec 162 tubes)	69^{m} 00 (avec 139 tubes)
Diamètre du piston	$0^{m}33$	$0^{m}35$
Course du piston	$0^{m}46$	$0^{m}51$
Poids de la machine à vide	12 tonnes.	18 tonnes.
La boîte à feu se trouvait.	Entre l'essieu d'arrière et l'essieu moteur.	En porte-à-faux derrière le dernier essieu.

Les deux locomotives étaient timbrées à 5 atmosphères; les locomotives Stephenson avec les roues motrices au milieu de la machine étaient sujettes à un mouvement de tangage prononcé.

nant deux mécanismes de deux ou trois essieux chacun. La locomotive à marchandises de ce système avait en charge un poids total de 57·6 tonnes également réparti sur six essieux; ce qui fait 9·6 tonnes par essieu [1]. L'exposition universelle de Paris, en 1867, a fait voir aux visiteurs un certain nombre d'autres locomotives monstres analogues, dont on est revenu depuis [2]; elles surchargeaient outre mesure la voie et les ponts, sans même donner lieu à une charge d'essieu exagérée, cette charge étant alors limitée en général à 12 tonnes au plus.

Cette limite était alors amplement suffisante pour les machines à marchandises; elle ne fut élevée au delà que pour les locomotives à grande vitesse. Les ingénieurs de la traction restèrent persuadés, au moins jusqu'en 1865, que les bielles d'accouplement étaient incompatibles avec la grande vitesse; de là la nécessité d'augmenter la charge d'adhérence sur le seul essieu moteur, afin de pouvoir remorquer un train express de 15 à 18 voitures avec vitesse de 70 kilomètres à l'heure. L'initiative dans cette voie fut prise sur les chemins de fer anglais [3], où la charge d'essieu fut élevée de 12·5 à 14·5 tonnes. On aurait été encore au delà sûrement, si de nouveaux essais, faits avec des bielles d'accouplement montées avec un soin extrême, n'avaient pas fourni, dès 1868, la preuve complète de l'admissibilité de ces bielles pour les machines à grande vitesse. Le type *Sturrock*, du *Great Northern Railway*, fut le premier admis sur le continent et introduit, avec quelques modifications, sur les lignes du Nord français.

De 1874 à 1876, presque toutes les grandes Compagnies de chemins de fer européennes étaient plus ou moins arrivées à adopter des types à essieux couplés pour trains express, et il semblait qu'il devait en résulter un soulagement relatif quant à la charge maximum portée par un seul essieu, et, par suite aussi, quant aux effets d'un pareil essieu sur les constructions métalliques. L'expérience prouva le contraire, au moins en ce qui concerne le continent. A l'exposition universelle de Paris, en 1878,

(1) *Annales des mines*, 6e série, t. V, p. 137, 145, 149 et 153. Douze roues à 1m065 de diamètre. Empattement total = 6 mètres. Surface de chauffe = 213 mètres carrés. Diamètre des pistons = 42 centimètres. Course des pistons = 44 centimètres.

(2) Nous verrons plus loin comment plus tard on est revenu à admettre des machines tout aussi lourdes, quoique bien différentes.

(3) *Locomotive Mac-Connel* du London and North-Western Railway avec essieu moteur libre, 2m30 de diamètre aux roues motrices, 80 mètres carrés de surface de chauffe, 12.5 tonnes de charge d'adhérence ».

Locomotive Ramsbottom de la même Compagnie, avec essieu moteur libre, 2m30 de diamètre aux roues motrices, 95 mètres carrés de surface de chauffe, 12.5 tonnes de charge d'adhérence.

Locomotive Nelson du « Caledonian Railway », avec essieu moteur libre, 107 mètres carrés de surface de chauffe et 14.5 tonnes de charge d'adhérence.

ɔut remarquer que presque toutes les Administrations françaises [1] avaient aug-
ıté notablement le poids de leurs locomotives à trains express et à marchandises,
voir (en tonnes) :

. . . . . Locomotives lourdes en France vers 1878.

COMPAGNIES.		Lyon.	Orléans.	Ouest.	Est.	Midi.	Nord.
nde vitesse. .	Nombre d'essieux	4	4	3	3	3	4
	Charges d'essieu	12 9	12 9	12·5	13 5	13·0	13·5
	Poids d'adhérence	25·2	25·0	24·9	27·0	26·0	27·0
	Poids total	44·8	41·8	36·0	35·7	37·5	41·6
ssieux couplés.	Charges d'essieu	11·8	13·4	12·5	11·5	12·8	9·5
	Poids total	34·7	38 0	36·5	33·0	37·0	28·3
ssieux couplés.	Charges d'essieu	13·7	13·0	»	11·6	13·8	12·2
	Poids total	51·7	48·8	»	46·2	54·0	43·4

.a locomotive à quatre essieux couplés de la Compagnie du Midi, qui figure
nme la plus lourde dans ce tableau, est aussi restée jusqu'à l'époque actuelle
le qui occasionne les plus grandes surcharges sur les ponts métalliques français.
; machines anglaises de la même époque ne pesaient pas 54 tonnes, car le type
uatre essieux couplés n'avait pas pénétré en Angleterre; en revanche, la charge
ssieu y était portée au delà de 14 tonnes pour les machines à grande vitesse.
Autriche, la machine dite « Semmering », qui avait constitué jadis le proto-
e des locomotives à quatre essieux couplés, en était arrivée, vers 1878, à peser
tonnes, et quoique la charge d'essieu n'y dépassât pas 13 tonnes, le « train
nmering » surchargeait les ponts sensiblement autant que le « train du Midi
nçais ».
La dernière exposition universelle de Paris en 1889 et la troisième session du
ngrès qui l'accompagna, permirent de constater de nouveau quelque légère
gmentation dans le poids des machines et la charge d'essieu maximum, ainsi que
fait voir le tableau suivant de locomotives à quatre essieux couplés et de leurs
ıders, où nous rangeons comme précédemment les réseaux suivant l'étendue de
ırs lignes.

[1] Le lecteur peut trouver, au besoin, des détails et dessins très complets résumant toutes les
anées techniques de l'industrie des chemins de fer, jusqu'à cette époque, dans le grand ouvrage
s Eisenbahnwesen in Frankreich. Vienne, 1880. 1 vol. in-folio. Carl Gerold's Sohn. Cet ouvrage
été distribué aux congressistes, à Bruxelles, lors de la première session, en 1885.

(2). Locomotives lourdes à quatre essieux couplés en France vers 1889.

DÉSIGNATION DES RÉSEAUX.	LONGUEUR DE TAMPON A TAMPON		ÉCARTEMENT DES ESSIEUX EXTRÊMES		POIDS DE LA MACHINE		POIDS DU TENDER.
	de la machine.	du tender.	de la machine.	du tender.	total.	sur un essieu le plus chargé.	
	Mètres.	Mètres.	Mètres.	Mètres.	Tonnes.	Tonnes.	Tonnes.
Paris-Lyon-Méditerranée.	9·840	6 130	4·050	2·500	53·77	14·10	24·90
Orléans.	9·769	5·940	4·080	2·600	50·18	13 50	21·45
Est	9·410	5·870	3·950	2 500	49·20	12 87	23·37
	10·820	Loc. T.	5·050	Loc. T.	55·60	14 88	Loc T.
Midi.	9 420	6·215	3·870	2·500	54·00	14·22	20·00
Nord.	9·115	5·635	4·250	2·500	44·10	12·00	21 60
État.	9 995	5·620	4·050	2·650	53·30	13·55	23·10

N. B. — Loc. T. signifie qu'il s'agit de Locomotives-Tender (Tank-engine).

Ces machines représentent le service courant en France, vers 1889. Les machines exceptionnelles qui figuraient à l'exposition vont au delà quant aux charges; ainsi, on a pour les locomotives compound à quatre essieux couplés, de la Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée et de la Compagnie du Nord, exposées :

(3). Locomotives compound [1] à quatre essieux couplés à Paris en 1889.

DÉSIGNATION DES COMPAGNIES.	LONGUEUR DE TAMPON AU TENDER.	ÉCARTEMENT DES ESSIEUX EXTRÊMES.	POIDS	
			total.	sur un essieu le plus chargé.
	Mètres.	Mètres.	Tonnes.	Tonnes.
Paris-Lyon-Méditerranée.	9·840	4·050	57·10	16·00
Nord.	9·640	4·200	51·70	13·00

Il est certain qu'à la même époque les locomotives compound à grande vitesse, usitées en Angleterre sur les grandes lignes, comportaient des charges d'essieu encore plus considérables; nous y revenons plus loin.

[1] Système inauguré en France par M. A. Mallet, sur la petite ligne Bayonne-Biarritz. Voir *Étude sur l'utilisation de la vapeur dans les locomotives*. Paris, 1878, Capiomont et Renault.

D'après les relevés extrêmement détaillés qu'on a faits en 1892 et 1893 pour toutes les locomotives circulant dans l'empire d'Allemagne [1], il reste établi que la charge d'essieu y est ordinairement limitée à 14 tonnes [2] et ne dépasse pas 15 tonnes pour celles des plus lourdes machines faisant exception à la règle généralement admise. Nous citerons les exemples suivants :

4) . . . . Locomotives lourdes usitées en Allemagne vers 1893.

DÉSIGNATION DES ADMINISTRATIONS.	Nombre d'essieux.	LONGUEUR, MACHINE ET TENDER		ÉCARTEMENT DES ESSIEUX EXTRÊMES		POIDS DE LA MACHINE		POIDS DU TENDER.
		entre les tampons	entre essieux extrêmes.	de la machine.	du tender.	total.	sur un essieu le plus chargé.	
		Mètres.	Mètres.	Mètres.	Mètres.	Tonnes.	Tonnes.	Tonnes.
I. *Machines à marchandises.*		Types avec en général quatre essieux couplés.						
Direction d'Altona	4	15·710	11·165	3·600	3·160	46 00	11·5	32·4
— de Berlin	4	16·140	12·610	6·[illegible]00	3·300	49 32	13·4	30·6
État de Wurtemberg.	5	17·049	12·450	6·000	3·000	68 50	13·7	27 7
Chemin de fer Louis de Hesse. .	4	15·021	10·500	3·483	3 000	45·00	11 3	24 0
Etat de Bade	4	15·570	11·030	3·925	2 700	50·25	12·6	27 0
Chemin de fer du Palatinat. . .	4	16·000	11·750	4 699	2·896	51 60	12·9	25 2
II. *Machines à grande vitesse.*		Types avec en général deux essieux couplés.						
Direction d'Altona	4	15·615	12·480	6·575	3·350	49·80	14·1	37 0
— de Berlin	4	15·615	12·480	6·575	3·350	49·10	14·1	36 4
— de Bromberg	4	15·615	12·480	6·575	3·350	49·05	14·4	35·9
— d'Elberfeld.	4	15·615	12·480	6·575	3·350	48·92	13·8	37·5
— d'Erfurt	4	15·602	10 467	6·575	3·350	49·38	14·2	36 2
— de Francfort . . .	4	15·615	11·455	5·550	3·350	48·65	13·8	38 2
— de Hanovre	4	15·615	12·480	6 575	3·350	49·32	14 1	36·4
— de Cologne, rive gauche	4	15·630	12·440	6·550	3 350	51·50	15·0	37·4
État de Bavière	4	15·400	12·400	6·670	3 300	50·00	13 8	32·0
— de Saxe	4	15·230	12·200	6·750	3·550	49·40	14·0	29·2
— de Wurtemberg.	4	16·084	11·900	5·800	3·000	54·20	13·8	27 7

(1) *Statistik der im Betriebe befindlichen Eisenbahnen Deutschlands bearbeitet im Reichseisenbahnamte.* Betriebsjahr 1892-1893. Ce bel ouvrage cite toutes les machines avec leurs numéros, dates de construction et détails de toute espèce.

(2) Condition obligatoire jusqu'ici pour toutes les Administrations participant au « Verein deutscher Eisenbahnverwaltungen ».

(5) . . . . Locomotives lourdes (et tenders) en Autriche-Hongrie vers 1894.

		Tender.	Locomotive.
1	K.K. Oesterr. Staatsbahnen. Etat autrichien. (Grande vitesse.)	13·71 11·78 13·27	14·41 14·40 13·83 12·74
		< 1·875 × 1·500 × 1·700 × 1·292 ×	1·192 × 2·800 × 1·800 × 2·700 × 1·34 >
2	Königl. Ungar. Staatsbahnen. Etat hongrois (Grande vitesse).	11·40 11·30 11·30	14·15 14·15 10·25 10·25
		< 1·795 × 1·580 × 1·580 × 1·505 ×	1·552 × 2·500 × 1·700 × 1·700 × 1·80 >
3	Oesterreichische Nordwestbahn. Nord-Ouest autr. (Gr. vitesse).	11·20 10·70 10·70	14·00 14·00 10·00 10·00
		< 1·602 × 1·500 × 1.500 × 1·250 ×	1·235 × 2.200 × 2·000 × 1·700 × 1·41 >
4	Königl. Ungar. Staatsbahnen. Etat hongrois (Grande vitesse).	13·43 13·47 13·63	14·00 14·00 13·35 13·35
		< 1·960 × 1·600 × 1·650 ×	1.510 × 1.650 × 2·400 × 2·100 × 1·800 × 2.02 >
5	K.K. Oesterr. Staatsbahnen. Etat autrichien (Grande vitesse).	10·80 10·50 11·00	13·90 14·00 9·40 9·40
		< 1·805 × 1·470 × 1·770 × 1·281 ×	1·419 × 2·500 × 1·700 × 1.700 × 1·53 >
6	Südbahn-Gesellschaft. Sud autrichien (Grande vitesse).	10.37 10·37 10·36	13·99 14·00 9·89 9·89
		< 1·760 × 1·330 × 1·470 × 1·325 ×	1·455 × 2·400 × 2·150 × 1·750 × 1.20 >
7	Kaiser Ferdinand Nordbahn. Nord autrichien (Gr. vitesse).	8·33 8·33 8·33	13·80 13·80 9·70 9·70
		< 1.719 × 1·570 × 1·630 × 1·447 ×	1·922 × 2·600 × 1·850 × 1·700 × 1·57 >
		Tender.	Locomotive.
8	Königl. Ungar. Staatsbahnen. Etat hongrois. (Trains de voyageurs.)	11·40 11·30 11·30	13·90 13·90 13·80 7·80 7·80
		< 1·795 × 1·580 × 1·580 × 1·505 ×	2·100 × 1·750 × 1·700 × 1·385 × 1·800 × 1·34 >
		Tender.	Locomotive.
9	K. K. Oesterr. Staatsbahnen. Etat autrichien. (Trains de marchandises.)	10·70 10·70 10·70	13·70 14·00 13·40 13·40
		< 1·805 × 1·470 × 1.770 × 1.270 ×	3·225 × 1·350 × 1·200 × 1·350 × 2·962 >
10	Südbahn Gesellschaft. Sud autrichien (Marchandises).	12·20 12·20 12·10	13·00 13·40 13·00 13·00
		< 1·655 × 1·500 × 1·700 × 1·455 ×	3·135 × 1·200 × 1·200 × 1·350 × 2·905 >
11	Staatseisenbahn-Gesellschaft. Société autrich. (Marchandises).	10·70 10·35 10·75	13·30 14·00 13·90 13·90
		< 1·654 × 1·528 × 1·633 × 1·458 ×	2·227 × 2·060 × 1·270 × 1·270 × 2.862 >
12	K. K. Oesterr. Staatsbahnen. Etat autrichien (Marchandises).	10·00 10·00 10·00	13·00 14·00 13·30 13·20
		< 1·805 × 1·470 × 1·770 × 1·270 ×	2.563 × 1·400 × 1·400 × 1.400 × 2.700 >
13	Südbahn Gesellschaft. Sud autrichien (Marchandises).	9·20 9·20 9·10	13·21 13·57 12·16 12·16
		< 1·765 × 1.340 × 1·660 × 1·400 ×	3·210 × 1·180 × 1·180 × 1·200 × 2 965 >
14	Staatseisenbahn Gesellschaft. Société autrich. (Marchandises).	10·70 10·35 10·75	12.65 13·50 13·00 12·90
		< 1·654 × 1·528 × 1·633 × 1·458 ×	2·212 × 2·060 × 1.270 × 1·270 × 2·862 >
15	K K. Oesterr. Staatsbahnen. Etat autrichien (Marchandises).	11·60 10·60 9·30	13·00 13·00 13·00 13·00
		< 1·767 × 1·600 × 1·600 × 1·230 ×	3·025 × 1·150 × 1·150 × 1·200 × 2.925 >
16	Königl. Ungar. Staatsbahnen Etat hongrois (Marchandises).	11·40 11·30 11·30	12·42 11·83 11·25 11·58
		< 1·765 × 1·580 × 1·580 × 1·505 ×	2·903 × 1·150 × 1.150 × 1·300 × 2·635 >
17	K.K. Oesterr. Staatsbahnen. Etat autrich. Loc. la plus lourde.	Locomotive-tender Tank-engine	14·50 14·50 14·50 13·10
			< 3.182 × 1·300 × 1·350 × 1·190 × 2·668 >

. . . . . Locomotives lourdes (et tenders) en Europe vers 1894.

Tender. **Locomotive.**

North-Eastern Railway. (Grande vitesse.) Système Worsdell et Borrie.
15·85 12·70 13·21 | 15·14 19·20 8·93 8·93
1·371 × 1·981 × 1·981 × 1·219 × 1·346 × 2·819 × 2·363 × 1·981 × 0·762

Manchester Sheffield and Lincolnshire Ry (Grande vitesse).
11·89 11·89 11·79 | 16·15 17·27 7·15 7·15
1·524 × 1·981 × 1·981 × 1·371 × 1·448 × 2·743 × 2·261 × 1·753 × 1·289

Manchester Sh. & Lincolnre Ry Standard. (Grande vitesse.)
11·89 11·89 11·79 | 15·75 16·77 7·11 7·11
1·321 × 1·981 × 1·981 × 1·219 × 1·524 × 2·616 × 2·261 × 1·753 × 1·295

West Highland Railway. (Grande vitesse.)
11·18 11·18 10·57 | 14·02 14·73 7·62 7·62
1·219 × 1·829 × 1·829 × 1·321 × 1·219 × 2·489 × 2·388 × 1·600 × 1·117

London & South Western Ry Adams. (Grande vitesse.)
Tender non donné | 15·08 15·70 10·05 10·05
× × × × 1·295 × 2·590 × 2·134 × 2·286 × 1·422

Winby's Express Compd Loc. Hawthorn & Leslie, Newc. on Tyne
Tender non donné | 17·27 18·29 12·69 12·69
× × × × 1·321 × 3·406 × 2·147 × 1·600 × 1·362

Tender. **Locomotive.**

London & North Western Ry. Webbs Comp. Express Locom. Standard, Crewe 1893.
Tender non donné. | 8·43 15·75 15·75 13·00
× × × × 1·117 × 2·134 × 2·514 × 2·555 × 1·524

Locomotive-tender. Tank-engine.

Mersey Railway Kitson & Ce. Leeds. (Marchandises.)
12·90 15·75 15·24 15·24 9·44
1·139 × 2·438 × 1·753 × 1·753 × 2·438 × 1·524

Tank-engine. **Locomotive-tender.**

Chemin de fer du St-Gothard. Mallet Compound Express. (Voyageurs.)
11 11 11 | 15 15 15 10 10
1·77 × 1·50 × 1·70 × 2·74 × 1·79 × 1·73 × 2·15 × 1·80 × 1·15

Tender. **Locomotive.**

Manchester Sh. & Lincolnre Ry. Standard Loc. for Goods. (Marchandises.)
11·89 11·89 11·79 | 13·62 15·65 14·93
1·321 × 1·981 × 1·981 × 1·219 × 1·524 × 2·616 × 2·412 × 2·286

Tender. **Locomotive.**

London & North Westhern Ry. Webbs Comp. Loc. Crewe 1893. (Marchandises.)
Tender non donné. | 9·85 12·90 14·63 12·70
× × × × 2·134 × 1·753 × 1·753 × 1·753 × 2·286

Tank-engine. **Locomotive-tender.**

Chemin de fer du St-Gothard. Mallet Compound Duplex. (Marchandises.)
15·0 14·3 14·3 | 15·0 14·3 14·3
2·63 × 1·35 × 1·35 × 2·73 × 1·35 × 1·35 × 2·97

Tank-engine. **Locomotive-tender.**

Ch. de fer de l'Etat français. Loc. Heilmann électrique. (Dyn. : 410 kilow.) Expérience.
12·5 12·5 12·5 12·5 | 12·5 12·5 12·5 12·5
1·8 × 1·3 × 1·5 × 1·3 × 4·1 × 1·3 × 1·5 × 1·3 × 1·9

(7). . . Locomotives lourdes circulant aux États-Unis d'Amérique vers 1894.

Grande vitesse, 2 essieux couplés.

1	Philadelphia & Reading Railway, compound, 4 cylindres. Baldwin, Locomotive Works, Philadelphia.	14·6	18·9	18·9	14·0
		1·982 ×	2·135 ×	2·084 ×	2·898 × 1·69
2	Machine-type Baldwin L. W., comp., 4 cyl. Burnham Williams & Cie, Philadelphia.	10·4	18·9	18·8	9·5
		1·795 ×	2·119 ×	2·236 ×	3·143 × 1·91

Grande vitesse et voyageurs, 2 essieux couplés.

3	Erie Railway, drivers engine. Cooke Paterson Locomotive Works.	20·1	20·3	10·4	10·4
		1·746 ×	2.592 ×	2·765 ×	1·830 × 2·02
4	New York Central & Hudson River Railway. West Albany N. Y.	19·1	19·1	9·2	9·2
		1·601 ×	2·592 ×	2·668 ×	2·034 × 2·02
5	Central Ry of New Jersey, compound, 4 cyl. Baldwin Locomotive Works, Philadelphia.	19·0	19·0	8·4	8·4
		2.033 ×	2 257 ×	2·427 ×	2·084 × 2·05

Grande vitesse et voyageurs, 3 essieux couplés.

6	Terre Haute & Indiana Railway. Pittsburgh Locomotive Works, Pittsburgh.	16·6	16·6	16·6	6·4	6·4
		2 016 ×	2·133 ×	1 930 ×	1·422 ×	1·727 × 1·92
7	Great Northern Railway. Brooks Locomotive Works, Dunkirk.	15·8	15·8	15·8	6·1	6·1
		2·440 ×	2 363 ×	2·058 ×	1·474 ×	1·780 × 2·02
8	Charleston & Savannah Railway. Rogers Locomotive Works, Paterson.	14·9	14·9	14·9	8·0	8·0
		1·640 ×	2 135 ×	1·982 ×	1·525 ×	1·880 × 2·02

Marchandises, 4 essieux couplés.

9	Mohawk & Malvue Railway, comp. 2 cyl. Schenectady Locomotive Works, Schenectady.	15·0	15·0	15·0	14·9	7·7
		2·074 ×	1 474 ×	1.322 ×	1·474 ×	2·312 × 2·08
10	Great Northern Railway, compound, 4 cyl. Players Patent, Brooks, Dunkirk.	14·7	14·7	14·7	14·7	7·7
		2·340 ×	1·474 ×	1·474 ×	1·779 ×	2·287 × 2·20
11	Norfolk & Western Railway, compound, 4 cyl. Baldwin Locomotive Works, Philadelphia.	13·7	13·7	13·7	13·7	7·9
		2 110 ×	1 500 ×	1·448 ×	1 576 ×	2·410 × 1·65
12	Illinois Central Railway. Rogers Locomotive Works, Paterson.	13·4	13·4	13·4	13·4	8·5
		1·500 ×	1·525 ×	1·525 ×	2·056 ×	2·339 × 2·18

Marchandises, 4 essieux couplés.

13	Duluth & Iron Range Railway. Schenectady Locomotive Works, Schenectady.	15·8	15·8	15·8	15·8	6·8	6·8
		2·542 ×	1·500 ×	1·423 ×	1.804 ×	1·170 ×	1·830 × 1·20
14	Great Northern Railway. Brooks Locomotive Works, Dunkirk.	15·4	15·4	15·4	15·4	4·6	4·6
		2 287 ×	1·474 ×	1·474 ×	1·779 ×	1·194 ×	1·780 × 1·70

Marchandises, 5 essieux couplés.

15	New York, Lake Erie & Western Railway, Compound, 4 cylindres. Baldwin Locomotive Works, Philadelphia.	15·6	15·6	15·6	15·6	15·6	10·4
		1·741 ×	1·423 ×	1 348 ×	1·409 ×	1·474 ×	2 506 × 1·84

En outre de ces machines lourdes du service courant, il y a un certain nombre de locomotives-tenders tout aussi lourdes, pour lesquelles la charge d'essieu atteint 15 tonnes, et un certain nombre d'anciennes machines à trois et même deux essieux, où l'on trouve parfois une charge encore supérieure; mais ces anomalies n'entrent pas en ligne de compte pour la question de la surcharge exercée sur les ponts métalliques des grandes lignes.

Nous avons cherché à nous rendre compte des plus lourdes machines qui circulent actuellement sur les lignes ferrées des deux mondes. Nous avons réuni dans trois tableaux (5) (6) (7), pour l'Autriche-Hongrie spécialement, pour toute l'Europe et l'Angleterre notamment (1), et enfin pour les États-Unis d'Amérique (2), les machines et tenders que nous considérons comme devant être mis en ligne de compte quant aux plus grandes surcharges exercées sur les ponts. Nous y avons indiqué, pour simplifier les types similaires, par un seul et même croquis en inscrivant au-dessous les charges et écartements des essieux, ainsi que les longueurs de porte-à-faux des tampons au delà des essieux extrêmes. On en pourra déduire à volonté les longueurs ou charges, totales ou moyennes, qui intéressent dans chaque cas.

III. — Prescriptions de surcharge pour la construction des ponts métalliques.

A la suite du résumé qui précède, sur les charges croissantes que les ingénieurs du matériel et de la traction ont cru devoir imposer aux services de la voie et des ponts, nous allons exposer comment et jusqu'à quel point il a été possible et doit être recommandé de construire et renforcer les ponts métalliques de façon à suffire aux exigences actuelles.

Remarquons immédiatement qu'il est impossible de reconstruire la voie et les ponts à chaque invention nouvelle de nos collègues de la traction, que de pareilles reconstructions en cours d'exploitation, extrêmement dispendieuses, surtout pour de grands ouvrages, ne peuvent être faites que de temps en temps, après mûr examen de la situation faite. Il y aurait lieu alors d'étudier si le capital considérable

(1) Consulter les journaux techniques : *Engineering* et *Engineer*, pour 1894 et 1893; les renseignements donnés sont souvent insuffisants.

(2) Consulter, pour les machines américaines, les deux ouvrages :

1. Bute und Borries, *Die Nordamerikanischen Eisenbahnen* (en particulier p. 36). Kreidel, Wiesbaden, 1892.

2. H. von Littrow, « Uebersicht der in Chicago 1893 ausgestellten Locomotiven. » (*Organ für den F. der E.*, 1894, XXXI, Bd. 5. Heft.) C'est cet excellent résumé qui nous a procuré les dimensions et poids inscrits dans notre tableau en mesures métriques.

investi dans l'infrastructure est bien équilibré par les bénéfices à obtenir au service de la traction. Nous ne croyons pas que ce calcul ait jamais été fait bien sérieusement, vu la séparation complète qui existe presque partout entre les divers services. Encore faudrait-il au moins, qu'entre les étapes de reconstruction que nous avons en vue, les services de la traction et de l'infrastructure se mettent toujours d'accord pour éviter toute surcharge exagérée. C'est là ce que le rapporteur s'est efforcé d'exposer au Congrès, lors de la première session en 1885, où la majorité des congressistes n'a toutefois pas voulu consentir à ce que l'on soulève cette question scabreuse. Il a fallu que de nouveaux écroulements de ponts surchargés outre mesure se produisent, et que, par suite, le grand public, les administrateurs et les gouvernements eux-mêmes s'en mêlent, pour que dans les grands pays des deux mondes on arrive à une certaine entente des deux services; et lors de la quatrième session, à Saint-Pétersbourg, en 1892, le rapporteur eut la satisfaction d'obtenir du Congrès un vote affirmatif qui résout au moins partiellement cette importante question, vote auquel nous reviendrons plus tard, pour proposer de le préciser davantage et de l'élargir au besoin pour tenir compte des circonstances actuelles.

1° *Prescriptions de surcharge publiées antérieurement.*

Lorsqu'il s'agit d'établir des prescriptions de surcharge pour ponts de chemins de fer, il y a lieu de rechercher d'abord le poids du matériel roulant le plus lourd et la composition des trains les plus défavorables à *prévoir*. Les surcharges à admettre une fois fixées et tous les ponts étant calculés en conséquence, on doit être ensuite conduit forcément à restreindre aussi la circulation des véhicules lourds dans les limites correspondant aux hypothèses admises tout d'abord, car si ces limites étaient dépassées, les ponts en service pourraient se trouver encore exposés à supporter des efforts non prévus.

Dans les prescriptions publiées précédemment, on n'a malheureusement pas toujours tenu compte de ce double point de vue de la question, et l'historique de la construction des ponts, dans tous les pays et sous tous les régimes, fait voir que si les gouvernements et les administrateurs des grandes Compagnies de chemins de fer ont été amenés à adopter des constructions plus solides et des prescriptions plus sévères, ils y ont été conduits plutôt par des accidents survenus effectivement, que par des déductions scientifiques.

En Angleterre, pour les questions de ce genre, que les travaux de ponts importants exécutés de 1847 à 1850 par Stephenson et Brunnel avaient soulevées, on s'en rapporta d'abord exclusivement au talent et à l'expérience des ingénieurs; ce n'est

qu'à la suite de l'accident du pont sur la Tay que le « Board of Trade », en juillet 1881, publia une sorte de cahier des charges général un peu plus détaillé contenant un certain nombre de principes à observer pour la construction et l'exploitation des chemins de fer, et fixant au moins quelques normes en chiffres pour les ponts métalliques, sans toutefois leur imposer une limite de surcharge bien précise (1).

Sur le « continent », comme disent les Anglais, on a éprouvé bien plus tôt le besoin de prescrire d'une manière plus précise les charges à admettre pour les calculs de ponts; les premières prescriptions, toutefois, se ressentent trop de la préoccupation fort louable du législateur, de rester clair et bref. On estimait simplement le poids des locomotives par mètre de longueur totale, en choisissant les plus lourdes parmi celles qui étaient en service à ce moment, et les poids par mètre ainsi obtenus, considérés comme surcharge uniformément répartie, étaient donnés comme limite inférieure de la charge mobile à admettre dans les calculs.

C'est ainsi que l'on arriva, en France, à publier les circulaires du ministère des travaux publics en date du 26 février 1858 et du 15 juin 1869 (2), qui fixaient pour les petites portées des limites de charges tout à fait insuffisantes, auxquelles les ingénieurs ont eu la sagesse de ne pas s'en tenir.

L'ordonnance autrichienne pour la construction des ponts publiée le 30 août 1870

(1) *Memorandum of important requirements*, signé : Board of Trade (Railway dept.) Juli 1881. Henri G. Calcraft. On y lit :

§ 17. — La charge capable d'amener la rupture d'un pont en fonte de fer doit être égale au moins au triple de la charge permanente augmentée du sextuple de la charge mobile. Pour les ponts en fer et acier, le travail du métal résultant des charges permanentes et mobiles ne doit pas dépasser 787 kilogrammes par centimètre carré dans le cas du fer et 1,024 kilogrammes par centimètre carré dans le cas de l'acier.

§ 18. — On prendra pour charge mobile, dans les calculs, les locomotives les plus lourdes circulant sur les chemins de fer.

§ 19. — Les constructions de ponts de grande portée devront aussi être calculées en vue d'une pression du vent de 273 kilogrammes par mètre carré.

Ces prescriptions très libérales, données en des termes très généraux, ne renferment au moins rien d'inexact et pourraient être considérées comme suffisantes au point de vue anglais, si l'on ne savait pas avec quelle nonchalance les administrateurs des chemins de fer traitent souvent les questions de calculs de résistance. Les nouvelles prescriptions que le Board of Trade a publiées en août 1892 sont du reste tout aussi libérales et ne stipulent rien de précis quant aux surcharges.

(2) Ces circulaires sont tout à fait insuffisantes pour des ponts de moins de 15 mètres de portée. On y prescrivait entre autres pour la surcharge d'épreuve :

1° Une charge morte de 5,000 kilogrammes par mètre de voie pour des portées allant jusqu'à 20 mètres, et de 4,000 kilogrammes par mètre de voie pour des portées plus grandes, cette charge devant rester huit heures en place;

2° Une charge mobile composée d'au moins deux locomotives pesant avec leur tender 60 tonnes chacune et de wagons chargés de 12 tonnes chacun en nombre suffisant pour couvrir toute la portée, la vitesse devant être de 20 à 35 kilomètres par heure.

*

et qui avait été provoquée par l'écroulement d'un pont sur le Pruth, près Czernowitz, survenu en 1868, marque un progrès réel en matière de prescriptions de surcharge; on y a tenu compte des moments de flexion produits par les locomotives sur les ponts de faible portée, et la charge mobile, alors fixée à l'aide d'une seule échelle, pourrait presque suffire, aujourd'hui encore, pour des portées ne dépassant par 15 mètres [1].

La circulaire française du 9 juillet 1877, qui était encore en vigueur jusqu'en août 1891, ne contient également qu'une seule échelle de charges mobiles [2]; celle-ci

[1] On ne tenait pas encore compte à cette époque d'une charge équivalente quant aux efforts tranchants. N'oublions pas que nos premiers calculs de résistance un peu exacts basés sur la théorie de la flexion ne datent que de 1860. Encore Navier et Bresse avaient-ils négligé les efforts tranchants et déclaré, en vue des poutres à âme pleine sans doute, qu'il n'y avait pas lieu de s'en occuper. Nous citons parallèlement le projet de l'Association des ingénieurs et architectes de l'Autriche, présenté au ministère du commerce avant la publication de l'ordonnance.

(8) . . . Tableau comparatif des surcharges proposées et prescrites en 1870.

PORTÉE.	CHARGE MOBILE.		PORTÉE.	CHARGE MOBILE.		PORTÉE.	CHARGE MOBILE.	
	Projet de l'association.	Ordonnance du 30 août 1870.		Projet de l'association.	Ordonnance du 30 août 1870.		Projet de l'association.	Ordonnance du 30 août 1870.
Mètres.	Tonnes.	Tonnes.	Mètres.	Tonnes.	Tonnes.	Mètres.	Tonnes.	Tonnes.
1·0	26·0	26·0*	5	11·0	10·0	30	5·4	4·0
1·5	17·3	17·5	10	7·7	8·3	40	5·0	4·0
2·0	13·5	15·0	15	6·2	6·7	50	4·6	4·0
2·5	13·0	14·2	20	5·8	5·0	60	4·3	4·0

* Complété au moyen de la considération des 13 tonnes sur un essieu devant pouvoir circuler partout.

Comme on peut le voir en comparant avec les charges de l'échelle **a** de l'ordonnance autrichienne du 15 septembre 1887, il est regrettable qu'on n'ait pas adopté en 1869 l'échelle du projet de l'association; elle convenait bien pour un train de deux locomotives Semmering de 56 tonnes chacune et de wagons en charge pesant 15.6 tonnes chacun; elle aurait permis de calculer, bien mieux qu'on ne l'a fait, les dimensions de beaucoup de ponts avec des portées de 20 à 60 mètres.

[2] On peut comparer cette échelle à celle de l'ordonnance autrichienne de 1870 comme suit:

(9) . . . . Tableau comparatif des surcharges prescrites en 1877 et 1870 en France et en Autriche.

PORTÉE.	CHARGES MOBILES POUR		PORTÉE	CHARGES MOBILES POUR		PORTÉE.	CHARGES MOBILES POUR	
	la circulaire de 1877.	l'ordonnance de 1870.		la circulaire de 1877.	l'ordonnance de 1870		la circulaire de 1877.	l'ordonnance de 1870.
Mètres.	Tonnes.	Tonnes.	Mètres.	Tonnes.	Tonnes.	Mètres.	Tonnes.	Tonnes.
1·0	24·0*	26·0	5	9·8	10·0	30	4·3	4·0
1·5	16·0*	17·5	10	7·3	8·3	40	4·1	4·0
2·0	12·0	15·0	15	5·7	6·7	50	3·9	4·0
2·5	11·0	14·2	20	4·9	5·0	60	3·7	4·0

* Complété pour une charge sur essieu de 12 tonnes.

La circulaire française est, en réalité, bien plus rigoureuse que l'ordonnance de 1870, parce que le travail du fer y est limité à 600 kilogrammes par centimètre carré, tandis que l'ordonnance admettait une limite de 800 kilogrammes par centimètre carré.

est calculée, d'après les moments de flexion provoqués au milieu du pont, par des trains attelés d'une seule locomotive à quatre essieux, pesant avec son tender 72 tonnes, ou de deux locomotives à trois essieux, pesant avec leur tender 60 tonnes chacune. Les moments produits par ces charges restent en certains points du pont notablement au-dessous de ceux qui correspondent aux machines à quatre essieux actuellement en service; l'adoption d'une échelle unique de surcharges déterminées par la considération des moments de flexion (efforts sur les bandes), conduit d'ailleurs forcément à des résultats entièrement inexacts dans le calcul des efforts tranchants (efforts sur les croisillons) (1).

La circulaire française de 1877 renferme une prescription qui, quoique encore incomplète, constitue une innovation importante : L'article V (A) interdit la circulation, sans autorisation préalable du ministre des travaux publics, des machines pesant plus de 72 tonnes. On peut considérer ces dispositions prohibitives comme le complément indispensable de toute réglementation des surcharges, car elles peuvent seules l'empêcher de devenir illusoire.

La circulaire russe du 5 (17) janvier 1884, n° 60, publiée dans le « *Journal du ministère des voies de communication* du 10 février 1884, à l'adresse des inspecteurs, directions et directeurs de chemins de fer », et concernant « les conditions techniques à observer dans les constructions métalliques pour ponts de chemins de fer »,

(1) Dans son ouvrage publié en 1880 (*Eisenbahnwesen in Frankreich*, Wien, C. Gerold's Sohn) distribué aux congressistes de 1885, l'auteur, discutant (p. 81 à 99) cette circulaire, a fait ressortir, au moyen de calculs précis, la nécessité d'adopter, pour toute réglementation de ce genre, deux échelles de surcharge distinctes. Les charges proposées alors (p. 94 et 97 et pl. V) suffisaient pour un train composé de trois locomotives (nos 1021 à 1040) de la Compagnie du Midi, pesant 74 tonnes chacune avec son tender, et d'une suite de wagons pesant 15.4 tonnes chacun.

(10) . . Tableau représentant les surcharges proposées par l'auteur en 1880.

PORTÉE.	CHARGES MOBILES POUR LES		PORTÉE.	CHARGES MOBILES POUR LES		PORTÉE.	CHARGES MOBILES POUR LES		PORTÉE.	CHARGES MOBILES POUR LES	
	moments a	efforts tranchants b		moments a	efforts tranchants b		moments a	efforts tranchants b		moments a	efforts tranchants b
Mèt.	Tonnes.	Tonnes.	Mèt.	Tonnes.	Tonnes.	Mèt.	Tonnes.	Tonnes.	Mèt.	Tonnes.	Tonnes.
1·0	27·6	27·6	5	10·7	13·3	30	5·5	6·6	80	4·3	4·6
1·5	18·4	20·6	10	8·0	9·0	40	5·3	6·1	100	4·0	4·2
2·0	13·5	18·0	15	6·3	8·0	50	5·1	5·6	120	3·8	4·0
2·5	12·5	16·0	20	6·0	7·3	60	4·9	5·2	160	3·4	3·5

L'ordonnance autrichienne du 15 septembre 1887 a admis ces chiffres sans changement pour les grandes portées, et des chiffres un peu supérieurs pour des portées moindres, afin de tenir compte des locomotives Arlberg.

contient les prescriptions de surcharge les plus *complètes*, parmi toutes les normes de ce genre publiées précédemment. On y a fixé les *charges équivalentes, tant pour les moments de flexion que pour les efforts tranchants, pour les parties des ponts voisines des supports et pour celles qui sont voisines du milieu de la portée*, en prescrivant de procéder par interpolation pour les parties de pont intermédiaires (1).

On doit, d'autre part, comme pour toutes les prescriptions de surcharge antérieures, effectuer toutes les interpolations nécessaires en ce qui concerne la portée du pont, lorsque celle-ci se trouve comprise entre deux portées de l'échelle prescrite. La complication qui en résulte pour l'application pratique de ces prescriptions très étudiées en fait oublier la valeur scientifique, car les constructeurs préféreront le plus souvent faire directement leurs calculs au moyen des trains équivalents de

(1) Les ingénieurs russes ont choisi les trains de surcharge exactement comme l'auteur l'avait fait en 1880 (p. 95 de l'*Eisenbahnwesen in Frankreich*) en les définissant comme « *Gurtbelastungszug* » et « *Strebenbelastungszug* », que nous traduirons par *train fléchissant* et *train tranchant*, et les composant chacun de trois locomotives à quatre essieux, de leurs tenders et d'une suite de wagons.

(11) . . . Tableau comparatif des surcharges prescrites en 1884 en Russie, par trois échelles.

PORTÉE.	CHARGE MOBILE a		b	PORTÉE.	CHARGE MOBILE a		b
	pour M_x si $x = \frac{l}{2}$	pour M_x et V_x si $x < 2^{m}$	pour V_x si $x = \frac{l}{2}$		pour M_x si $x = \frac{l}{2}$	pour M_x et V_x si $x < 2^{m}$	pour V_x si $x = \frac{l}{2}$
Mètres.	Tonnes.	Tonnes.	Tonnes.	Mètres.	Tonnes	Tonnes.	Tonnes.
1·0	30·0*	30·0*	60 0*	30	5·5	6·3	7·3
1·5	20·0*	22·5*	40 0*	40	5·3	5 9	6·6
2·0	15·0	20·0	30·0	50	5 2	5·6	6·3
2·5	13 7	18·7	26·7	60	5·0	5·3	6·1
5	12·0	14·5	18·6	80	4·6	4·8	5·8
10	7 5	8·5	12·4	100	4·3	4·5	5 6
15	6·0	7·3	9·8	120	4 0	4·2	5 4
20	5·6	6·8	8·4	160	3·7	3·8	4·9

* Valeurs ajoutées en conformité de la charge sur essieu de 15 tonnes d'après l'article II et de l'écartement des essieux de 1m32, tant pour M_x au milieu de la portée que pour V_x dans les deux dernières colonnes.

Les deux premières colonnes de charges correspondent à peu près aux échelles **a** et **b** de l'ordonnance autrichienne de 1887. Nous devons, du reste, faire remarquer expressément que les échelles de charges mobiles citées ici et précédemment ne doivent nullement être considérées comme reproduisant les chiffres mêmes des documents originaux, mais bien plutôt comme donnant des contours polygonaux qui, formés avec les abscisses d'entrée de l'ordonnance autrichienne, remplacent le mieux possible les contours analogues qu'on obtiendrait comme expressions graphiques des prescriptions citées; on peut ainsi faire facilement la comparaison avec les échelles **a** et **b** admises en Autriche.

surcharge, qui sont également indiqués par la circulaire russe [1], plutôt que de recourir à toutes les interpolations que nous venons d'indiquer.

2° *Forme à donner aux prescriptions de surcharge.*

En établissant les prescriptions de surcharge de l'ordonnance autrichienne, on a voulu avant tout qu'elles soient d'*une application pratique facile,* tout en conservant la plus grande exactitude possible. On se représentait bien que les charges mobiles pouvaient être fixées dans tous les cas soit sous la forme de *trains types de surcharge* indiqués par les écartements et les charges des essieux (ou bien encore seulement par les locomotives, tenders et wagons qui les composent, sans ordre fixé à l'avance), soit sous la forme de *charges uniformément réparties équivalentes.*

Le premier système semblerait préférable au premier abord : une seule esquisse des « trains types de surcharge » ou des locomotives tenders et wagons à considérer, suffit en pareil cas pour tous les ponts et leurs parties composantes, et l'ordonnance ou circulaire à établir se trouve ainsi toute faite d'une manière satisfaisante.

En examinant les choses de plus près, on reconnaît cependant bien vite qu'un pareil système tourne la difficulté au lieu de la résoudre.

Les prescriptions de surcharge à établir devraient avoir pour base un système de charges mobiles suffisant dans tous les cas pour les effets de surcharge de tout le matériel roulant circulant sur les chemins de fer d'un pays, avec toutes les combinaisons de train usuelles. Or, celles-ci ne peuvent être représentées par un seul « train-type de surcharge » ni même remplacées par l'indication seule d'une locomotive-type, d'un tender-type et d'un wagon-type, quoique dans la dernière hypothèse, celle des véhicules définis isolément, on puisse former, en réalité, un certain nombre de trains-types. Dans chaque cas spécial où il s'agirait avec ce système d'examiner si un train proposé peut ou non circuler sur une ligne donnée, il faudrait toujours en revenir à calculer à nouveau les efforts que produisent et le train donné et le train-type de surcharge, sur tous les ponts de différentes ouvertures de la ligne considérée, ainsi que sur toutes les pièces qui les composent, et à examiner ensuite si les efforts produits par le train donné surpassent ou non ceux du train-type.

S'il est prouvé alors que le train donné est admissible pour une portée de pont, il

[1] L'écartement total des essieux des locomotives $= 3 \times 1^{m}32 = 3^{m}96$, leur longueur totale $= 9^{m}58$. La charge sur un essieu est de 15 tonnes jusqu'à $l = 6^{m}40$, de 13.75 tonnes jusqu'à $l = 8^{m}54$ et 12.5 tonnes pour $l > 8.54$. La longueur d'un tender $= 6^{m}58$, son poids $= 3 \times 10.67$ tonnes $= 32.01$ tonnes. La longueur d'un wagon $= 7^{m}52$, son poids $= 16.40$ tonnes.

ne le sera plus pour une autre; s'il l'est pour les bandes d'un pont, il ne le sera pas pour les croisillons, enfin même — pour suivre les ingénieurs russes — un train donné qui serait équivalent au train-type pour un élément de bande ou croisillon d'une maille, ne le serait peut-être pas pour ceux des mailles suivantes, etc. . . .

En effectuant toutes ces recherches et comparaisons par le calcul, il faudrait sans cesse recommencer à examiner de nouveau, pour chaque pièce de construction de chaque pont, quelle est la position la plus désavantageuse de chacun des trains à comparer, etc. . . .

Ce sont ces objections et difficultés insurmontables résultant de l'application du système des trains-types qui ont déterminé pour l'ordonnance autrichienne du 15 septembre 1887, comme pour toutes les ordonnances ou circulaires antérieures, l'adoption du *système des prescriptions par charges uniformément réparties équivalentes;* on a dû, en conséquence, faire une fois pour toutes l'étude approfondie des moments de flexion et efforts tranchants résultant dans tous les cas possibles de la circulation du matériel roulant.

La conception des surcharges uniformément réparties fournit le moyen le plus simple d'évaluer les charges mobiles. Veut-on comparer, par exemple, les effets de deux trains sur une pièce de construction quelconque, il suffit de mettre en regard les surcharges par mètre équivalentes, pour obtenir de suite un résultat clair pour tous et d'où l'on déduit aussi de suite, au besoin, l'excédent de surcharge estimé en centièmes.

3° *Généralités sur les surcharges prescrites en Autriche.*

D'après les études très détaillées qui ont été faites à ce sujet, on est parvenu à mettre les prescriptions autrichiennes de surcharge sous la forme très simple de deux échelles de charges mobiles avec une douzaine de nombres chacune.

Le train-type de surcharge, considéré tout d'abord, se compose de trois locomotives à quatre essieux avec leurs tenders et le nombre de wagons nécessaire, ainsi que cela est indiqué au § 3, litt. *d* de l'ordonnance. Les échelles de surcharges obtenues à l'aide de ce train [1] ont été légèrement déplacées ensuite; il s'agissait de les mettre d'accord avec d'autres exigences concernant les petites ouvertures et de modérer leurs indications pour les grandes. Le système de prescription par charges équivalentes uniformes facilitait ce genre de corrections. En étendant ces calculs à toutes

[1] C'est-à-dire les deux polygones obtenus avec le « train fléchissant » et le « train tranchant » qui en dérivent.

les sections des ponts considérés, on est arrivé non seulement à améliorer très sensiblement l'échelle **a** pour les bandes [1], mais encore à *donner à l'échelle* **b**, *pour les croisillons, une forme entièrement nouvelle où l'on admet comme valeurs d'entrée les longueurs surchargées*, ce qui constitue une solution mathématiquement exacte, pour représenter les efforts tranchants provoqués par les trains.

Pour les lignes d'intérêt local, on a procédé tout d'abord de la même manière que pour les lignes d'intérêt général, mais en prenant pour point de départ les trains plus légers indiqués au § 3, lit. *h* de l'ordonnance. C'est en comparant tous les résultats ainsi obtenus qu'on est arrivé ensuite à ranger toutes les échelles de surcharge suivant le système définitivement adopté.

Les échelles de surcharges **a** et **b** admises doivent être, en réalité, considérées comme des contours polygonaux aussi simples que possible [2], enveloppant à très peu près tous les contours représentatifs des moments de flexion et efforts tranchants qui résultent de tous les trains reconnus de fait admissibles sur les chemins de fer, de manière que les écarts entre ces contours et l'enveloppe réelle ne dépassent généralement pas 3 à 6 p. c., et dans les cas exceptionnels d'un ensemble de circonstances défavorables, environ 10 p. c.

On a en tout considéré plus de quarante trains de surcharge, et les nombreux calculs comparatifs qui s'y rapportent ont prouvé que l'erreur de tolérance indiquée ci-dessus ne pouvait guère être diminuée sans restreindre inutilement la composition des trains en service ou sans rendre la construction des ponts coûteuse outre mesure.

En se contentant de l'exactitude définie par les limites de tolérance indiquées ci-dessus, on a pu, d'autre part, étendre l'usage des échelles **a** et **b** au calcul des ponts sur les lignes d'intérêt local (au moyen des coefficients de réduction 80 p. c. et 60 p. c.) et même utiliser ces échelles de surcharges pour le calcul des poutres transversales et des longerons de ponts quelconques. Les prescriptions autrichiennes ont pu, de cette manière, être encore notablement simplifiées sans perdre leur caractère de généralité.

[1] Les sommets de polygone mentionnés par les échelles ont leurs coordonnées exprimées en nombres ronds, et les côtés rectilignes à pentes simples également arrondies facilitent les interpolations qui ne donnent jamais lieu à l'emploi des fractions périodiques. Les prescriptions antérieures citées plus haut sont indiquées de la même manière.

[2] On trouve que, pour des portées variant entre 10 et 30 mètres, il faut surélever légèrement l'échelle **a** pour tenir compte des sections situées entre appui et milieu de travée; les sections divisant la travée en deux parties inégales, formant le 1/6 et les 5/6 de la portée, conviennent le mieux pour cette étude.

Le rapporteur qui, lors de la première session du Congrès, avait fait tous ses efforts pour attirer l'attention du Congrès sur la nécessité de mettre d'accord les conditions de résistance des ponts avec les surcharges croissantes du matériel roulant, a cru pouvoir se permettre d'insister ici avec quelques détails sur la manière dont cette question a été complètement réglée en Autriche.

4° *Définition précise des surcharges uniformes équivalentes pour une pièce considérée.*

Lorsqu'il s'agit de déterminer les dimensions d'une pièce quelconque d'un pont, en vue d'un train de surcharge donné, on devra rechercher, parmi toutes les positions possibles du train, celle qui, dans la pièce considérée, donne le plus grand effort possible en valeur absolue. On nomme alors *charge équivalente uniforme* (ou uniformément répartie) celle qui, comparée au train de surcharge, couvre environ les mêmes parties du tablier de voie, et provoque les mêmes efforts dans la pièce considérée.

Toutefois, comme la charge uniformément répartie, qui couvre une partie du pont, peut varier en étendue et en valeur par mètre carré ou mètre courant, il semble devoir en résulter qu'à chaque train de surcharge on peut faire correspondre un grand nombre de charges uniformes équivalentes répondant à la définition donnée. On est convenu de limiter l'étendue de la charge uniforme à toutes les parties du tablier de voie où elle a pour effet d'augmenter l'effort supporté par la pièce considérée. De cette manière, pour chaque pont et pour chaque pièce, la partie du tablier de voie qu'il y a lieu de surcharger se trouve pour ainsi dire fixée à l'avance, suivant le système de construction adopté, et *la définition donnée de la charge équivalente concerne uniquement la charge par mètre carré ou mètre courant à admettre.*

On sait, par exemple, que pour un pont à travées indépendantes avec poutres à âme pleine, on détermine les dimensions des bandes en supposant que la surcharge s'étende sur toute la portée; que pour un pont en arc analogue, au contraire, il faut supposer qu'une ou deux parties seulement de la portée se trouvent en charge, suivant la région des bandes que l'on considère [1]. De même pour les ponts que nous venons de mentionner, l'âme pleine ou un treillis à petites mailles qui la remplacerait, doit être déterminé en supposant que la surcharge couvre une partie du pont bien connue à l'avance.

[1] Voir la théorie de M. Albaret. (*Annales des ponts et chaussées*, 1862, 2e semestre, p. 305, puis 1870, p. 463 à 573 pour les tympans rigides.)

Même dans le cas de nos constructions modernes à grandes mailles dites à treillis ou à triangles, que l'on calcule, comme on sait, d'après la théorie des systèmes articulés, c'est-à-dire en supposant que tous les poids et charges se trouvent concentrés dans les articulations ou nœuds, la conception des *charges uniformes équivalentes* peut encore toujours être nettement précisée; il suffit d'admettre que chaque nœud reçoit toutes les charges agissant de milieu en milieu des mailles adjacentes et de s'en tenir, du reste, pour chaque pièce de la construction, aux nœuds connus à l'avance comme devant être chargés, ou aux milieux de mailles qui, d'après cela, doivent former les limites de la charge uniforme équivalente.

Lorsque, par conséquent, il sera question de *déterminer les dimensions d'une pièce quelconque d'une construction en vue d'un train de surcharge donné ou de la charge uniforme équivalente à admettre pour les calculs*, il sera toujours bien entendu que *l'étendue de la partie du tablier de voie à surcharger se trouve déterminée d'avance par le système de construction adopté, tandis que la charge équivalente par mètre est réellement l'inconnue dépendant uniquement du train qu'il s'agit de remplacer.*

Cette charge, que nous désignons par p dans cet exposé (par mètre courant de voie), désigne généralement, dans le langage technique ordinaire, la charge équivalente cherchée; cela est d'autant plus usité que, pour les types de pont les plus répandus à travées indépendantes ou continues, l'étendue des charges uniformes à admettre dans chaque cas est déterminée par des règles simples bien connues, qui excluent d'avance toute recherche ultérieure.

Pour les pièces qui peuvent être alternativement tendues et comprimées, on distingue *une charge uniforme équivalente pour la tension et une charge uniforme équivalente pour la compression; ce sont, dans tous les cas possibles, deux surcharges complémentaires* qui, réunies, couvriraient ensemble tout le tablier de voie du pont. Les deux valeurs des charges unitaires par mètre ne sont toutefois généralement pas égales.

3° *Charges équivalentes quant aux moments de flexion et quant aux efforts tranchants.*

Nous sommes accoutumés, dans la pratique des calculs de ponts, à composer toutes les forces extérieures qui agissent sur une section de pont (y compris les réactions d'appuis) en un couple unique représentant le *moment de flexion* et une force unique représentant l'*effort tranchant*. Ces forces résultantes étant supposées appliquées à la section, y peuvent remplacer l'ensemble des réactions exercées sur l'une des deux parties de la construction par l'autre partie, censée supprimée.

ilente et très
nce en annexe

ces.

au moins partiellement
ont les suivantes :
91, circulaire ministérielle.
1892, gouvernement fédéral.
92, Board of Trade.
il 1893, chemins de fer de l'État.

choisie pour ces prescriptions n'est
a admettre certains types de locomo-
s les calculs de résistance devront s'y
Board of Trade ne précise pas ces types,
in de les choisir de la façon la plus défavo-
ement, cette prescription très libérale peut
e qui concerne les trains-types pour les trois

se compose de deux machines à quatre essieux, de
gés; les machines avec leurs tenders sont placées
n doit, en outre, tenir compte du passage d'un essieu

type se compose de trois locomotives à quatre essieux
s de la manière la plus défavorable, à la tête du train,
ujours attelés en queue.
outres des petits ponts de moins de 15 mètres de portée,
grines et poutres transversales, on doit augmenter les sur-

détails sur ces calculs et l'ordonnance autrichienne dans les ouvrages : *Anang des österreichischen K. K. Handelsministeriums.* Vienne, 1888, *lculs des ponts métalliques à une ou plusieurs travées.* Paris, 1889, Baudry ontiennent un grand nombre de tableaux numériques et graphiques facili-néral, quelles que soient les surcharges admises.
ons que cette condition concerne tout aussi bien les maîtresses poutres des s longrines et poutres transversales en général la circulaire semble dire le

Pour les ponts à constructions indépendantes [1] (à poutres reposant sur les appuis) usuelles, on se sert des moments pour le calcul des bandes et des efforts tranchants pour le calcul des croisillons. On confond, en pareil cas, les charges équivalentes pour un élément de bande ou un croisillon avec celles qui donnent le moment de flexion ou l'effort tranchant correspondant, et l'on dit : *charge uniforme équivalente quant au moment de flexion ou quant à l'effort tranchant*, car c'est à ces deux grandeurs statiques qu'on est toujours ramené dans toutes les recherches faites en pareille matière.

Les charges équivalentes quant aux moments de flexion ou aux efforts tranchants ont en réalité une valeur spéciale pour chaque élément de bande ou croisillon; il était toutefois précédemment d'usage, chez les ingénieurs, d'accepter *pour le calcul des bandes entières la charge équivalente quant aux moments pour le milieu de la portée, et pour le calcul de tous les croisillons, la charge équivalente quant à l'effort tranchant près d'un appui* [2].

Dans l'ordonnance autrichienne, on est parvenu à déterminer les charges quant aux moments, de façon qu'elles s'adaptent le mieux possible aux moments de toutes les sections, et les charges quant aux efforts tranchants, de façon qu'elles s'adaptent d'une façon théoriquement parfaite à tous les efforts tranchants. Nous remarquons toutefois ici expressément que *tous les calculs antérieurs et présents, faits pour déterminer les charges uniformes équivalentes pouvant remplacer un train de surcharge donné, concernent exclusivement les ponts à poutres reposant librement sur deux appuis placés à leurs extrémités* [3].

Mais ces deux échelles **a** et **b** de l'ordonnance autrichienne une fois établies pour les travées indépendantes, on est parvenu facilement à en étendre l'usage aux pou-

[1] Pour toutes les constructions indépendantes ou poutres reposant librement sur deux appuis, l'effort tranchant est dirigé suivant la verticale. Pour les ponts en arc, par contre, l'effort unique qui le remplace affecte pour chaque section une direction spéciale, en sorte que l'on décompose chacun de ces efforts en une force normale à la section (effort de compression) et une force normale à l'arc, c'est-à-dire contenue dans la section (effort tranchant proprement dit).

[2] Pour le calcul des bandes, cet usage a été presque exclusivement adopté. Pour le calcul des croisillons, par contre, on s'est souvent servi du train de surcharge lui-même en employant des procédés (souvent graphiques) conduisant à une estimation plus exacte des efforts que subissent les croisillons.

[3] Voir à ce sujet la publication suivante : *Annales des ponts et chaussées*, n° 3, exercice 1877 (janvier). « 2e note sur les calculs de stabilité des poutres longitudinales », par C.-H. Kleitz, 13 mai 1876. (La 1re note du 15 octobre 1855 n'avait paru qu'en autographie.) L'auteur ne s'occupe que des moments de flexion et arrive, comme conclusion, à des propositions dans lesquelles on ne peut guère trouver une expression suffisante de son travail très soigné et instructif.

tres continues sur plusieurs travées, qui constituent une solution excellente et très répandue dans les deux mondes. Nous avons reproduit cette ordonnance en annexe à notre rapport [1].

6° *Prescriptions de surcharges les plus nouvelles.*

Les prescriptions de surcharges établies après 1887 et qui au moins partiellement dépassent en sévérité celles dont nous venons de parler, sont les suivantes :

France	29 août 1891, circulaire ministérielle.
Suisse.	19 août 1892, gouvernement fédéral.
Angleterre	août 1892, Board of Trade.
Hongrie	14 avril 1893, chemins de fer de l'État.

Nous devons constater à regret que la forme choisie pour ces prescriptions n'est pas celle que nous préconisons ; on s'est borné à admettre certains types de locomotives et tenders lourds et à stipuler que tous les calculs de résistance devront s'y rapporter. Encore faut-il remarquer que le Board of Trade ne précise pas ces types, mais laisse à chaque Administration le soin de les choisir de la façon la plus défavorable, en sorte, qu'au moins théoriquement, cette prescription très libérale peut toujours convenir. Voici maintenant ce qui concerne les trains-types pour les trois autres pays :

France, 1891. — Le train-type se compose de deux machines à quatre essieux, de leurs tenders et de wagons chargés ; les machines avec leurs tenders sont placées toutes deux en tête du train. On doit, en outre, tenir compte du passage d'un essieu isolé de 20 tonnes [2].

Suisse, 1892. — Le train-type se compose de trois locomotives à quatre essieux et de leurs tenders, placées de la manière la plus défavorable, à la tête du train, tous les wagons restant toujours attelés en queue.

Pour les maîtresses poutres des petits ponts de moins de 15 mètres de portée, ainsi que pour les longrines et poutres transversales, on doit augmenter les sur-

(1) On trouve tous les détails sur ces calculs et l'ordonnance autrichienne dans les ouvrages : *Die neue Brückenverordnung des österreichischen K. K. Handelsministeriums*. Vienne, 1888, W. Braumüller, et *Calculs des ponts métalliques à une ou plusieurs travées*. Paris, 1889, Baudry et Cie. Ces ouvrages contiennent un grand nombre de tableaux numériques et graphiques facilitant les calculs en général, quelles que soient les surcharges admises.

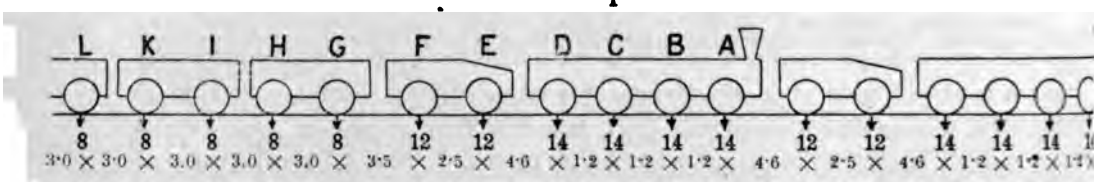
(2) Nous comprenons que cette condition concerne tout aussi bien les maîtresses poutres des petits ponts que les longrines et poutres transversales en général (la circulaire semble dire le contraire).

charges résultant du train-type de 2 (15 — l) p. c., où l représente la portée théorique des p considérées.

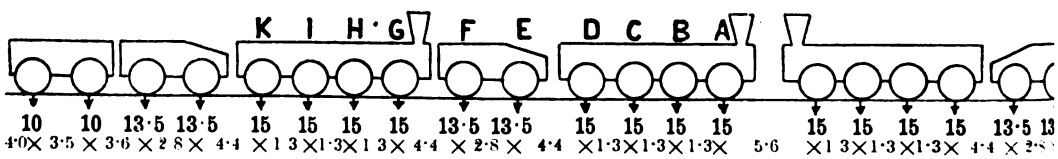
Hongrie, 1893. — Le train-type se compose de deux locomotives à quatre essieux et de l tenders, ainsi que de wagons pouvant être placés à la fois en tête et en queue et représentant charge uniformément répartie équivalente de 2·8 tonnes par mètre courant de voie (1). On se en outre, de la formule 2 (15 — l) p. c., comme ci-dessus.

Les trois espèces de prescriptions de surcharges définissent les trains-types au moyen de cr indiquant les écartements et charges d'essieu; nous représentons ces trains comme suit :

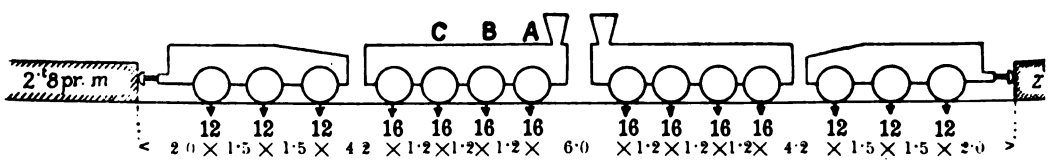
(12). . . . . **France 1891.** — 2 locomotives, 2 tenders et wagons à l'arrière.
Avec essieu unique de 20 tonnes.



(13). . . . . **Suisse 1892.** — 3 locomotives, 2 tenders et wagons à l'arrière.
Avec 2 (15—l) p. c. en plus.



(14). . **Hongrie 1893.** — 2 locomotives, 2 tenders et charge uniforme de 2.8 tonnes par
Avec 2 (15—l) p. c. en plus.



(1) Nous comprenons que, pour les efforts tranchants, les wagons sont supposés placés tous en queue d tandis que le texte peu clair semble indiquer le contraire. Du reste, les surcharges énormes résultant de cr criptions ne concernent que les ponts nouveaux.

Nous devons admettre que les auteurs de ces diverses prescriptions ont dû préalablement étudier leur influence sur les calculs de résistance concernant les ponts métalliques. Quoi qu'il en soit, nous nous sommes donné la peine de les comparer aux prescriptions autrichiennes, au moins quant aux moments de flexion en calculant très exactement les surcharges équivalentes par mètre de voie pour des portées de 1 à 160 mètres, étant entendu que l'on place dans chaque cas sur le milieu du pont celui des essieux A, B, C.... indiqués dans le croquis correspondant qui donne le maximum [1]. Nous avons réuni dans un seul tableau tous les résultats trouvés, à savoir :

(15) Tableau comparatif des surcharges p par mètre de voie représentant quant aux moments de flexion les surcharges prescrites par trains-types.

PORTÉE.	Autriche 1887.	France 1891.		Suisse 1892.		Hongrie 1893.		PORTÉE.	Autriche 1887.	France 1891.		Suisse 1892.		Hongrie 1893.	
		Milieu.	p	Milieu.	p	Milieu.	p			Milieu.	p	Milieu.	p	Milieu.	p
Mètres.	Tonnes.		Tonnes.		Tonnes.		Tonnes.	Mètres	Tonnes.		Tonnes.		Tonnes.		Tonnes.
1·0	30·00	B	40·000	B	38·400	C	40·960	60	5·00	B	4·442	D	5·558	A	5·655
1·5	20·00	B	26·667	B	25·400	C	27·093	70	4·70	C	4 153	E	5·246	A	5·353
2 0	15·00	B	20·000	B	18·900	C	20 160	80	4·40	C	3·907	E	4·980	A	5·103
2·5	13·50	B	12·096	B	15·000	C	17·270	90	4·25	D	3·700	F	4·740	A	4 895
5·0	11·50	B	11·618	B	14·112	C	15·979	100	4·10	E	3·528	G	4·537	A	4·720
10	8·50	B	8·512	B	9·768	C	10·701	110	3·95	F	3·393	G	4·355	A	4·571
15	7·00	B	6·742	B	6 893	C	7·744	120	3·80	F	3·279	H	4·193	A	4·443
20	6·50	B	6 056	A	6·529	B	7·084	130	3·70	H	3·188	H	4·042	A	4·332
30	6·05	A	5·274	A	6 169	A	6 899	140	3·60	K	3·116	I	3·907	A	4·235
40	5·60	A	5·112	C	6·068	A	6 436	150	3·50	M	3·058	I	3·784	A	4·149
50	5·30	B	4·773	C	5·859	A	6·020	160	3·40	M	3·009	K	3 672	A	4·073

Il faut dans ce tableau distinguer spécialement ce qui concerne les petits ponts de moins de 15 mètres de portée; pour ceux-ci, il y a majoration des surcharges dans les prescriptions suisses et hongroises. Dans les prescriptions françaises, il n'y a majoration que pour portées bien moindres, en raison de l'essieu unique de

[1] Consulter pour les détails de ces calculs, assez laborieux, la théorie et les procédés de l'auteur dans l'ouvrage : *Calculs des ponts métalliques à une ou plusieurs travées*, p. 35. Paris, Baudry, 1889. Pour pouvoir faire une comparaison analogue, quant aux efforts tranchants, il faudrait d'abord élucider certain points des prescriptions. Nous doutons de ce que chaque constructeur pour chaque pont, ait le loisir de faire toutes ces recherches; il vaut mieux que les législateurs les fassent une fois pour toutes. Nous renvoyons du reste à ce sujet au calcul-type que nous donnons plus loin comme exemple en annexe au chapitre III.

20 tonnes. C'est là l'objet de considérations qui concernent surtout la charge d'essieu maximum admise (en Autriche-Hongrie et Allemagne, 14 tonnes); nous y reviendrons.

Quant aux surcharges prescrites en Suisse et en Hongrie pour de grandes portées, on peut se convaincre dès à présent de ce qu'elles doivent paraître exagérées outre mesure.

Les surcharges prescrites en Autriche, ainsi que nous avons pu le constater en rédigeant le chapitre II de notre rapport, couvrent actuellement les effets de surcharge de tous les trains circulant en Allemagne et en Autriche-Hongrie. Nous avons appris de même que les surcharges un peu moindres prescrites en France suffisent amplement dans ce pays, et la différence en moins vis-à-vis de l'Autriche s'explique très bien par la comparaison des tenders, qui sont plus légers en France. Une autre comparaison faite avec les surcharges prescrites en Russie, qui ont été étudiées avec le plus grand soin (11) et suffisent encore actuellement vis-à-vis du matériel en circulation, doit nous amener aux mêmes conclusions.

En résumé, nous sommes, en principe, adversaire des trains-types; nous pensons, en outre, que lorsqu'on en fait usage, il faut au moins chercher à s'en tenir le plus possible au matériel roulant circulant de fait sur les réseaux que l'on considère. Sans vouloir insister davantage sur toutes les prescriptions qui sont actuellement en vigueur, nous nous proposons de chercher à concilier ici les intérêts de tous nos collègues des chemins de fer, en venant soumettre au Congrès un système de surcharges représentant l'ensemble de toutes les machines que nous avons citées au chapitre II.

7° *Projet de prescriptions internationales soumis au Congrès.*

Pour rendre notre proposition bien compréhensible et facilement acceptable, nous la présentons d'abord sous forme de véhicules-types, quitte à donner ensuite les échelles **a** et **b** de surcharges uniformes par mètre de voie, devant servir aux calculs.

Si l'on étudie en général tous les trains à remorquer, on peut constater que les voitures et wagons qui les composent n'ont qu'une influence secondaire sur la majorité des ponts, influence qui n'entre en ligne de compte que pour des portées de plus de 40 mètres, puisque l'ensemble de deux locomotives avec leurs tenders, qui forme la base essentielle de tout train-type de surcharge, possède déjà une longueur de plus de 30 mètres. Le calcul fait voir que l'on peut avec toute exactitude

désirable tenir compte des voitures et wagons en les assimilant à une surcharge uniformément répartie à la suite des locomotives et tenders comme dans les prescriptions hongroises [1].

Or, les wagons usuels de 16 tonnes, ayant environ 7 mètres de longueur, représentent une surcharge de 2.3 tonnes par mètre courant de voie. On peut dire que la grande majorité des voitures et wagons restent compris dans cette limite. Nous avons ensuite à considérer les wagons-réservoirs à mélasse ou à pétrole qui ont amené les ingénieurs à établir la limite supérieure de 2.8 tonnes au mètre courant. Celle-ci constitue dans l'Autriche-Hongrie un maximum dans un certain sens, car des wagons plus lourds ne peuvent être placés immédiatement à la suite des machines et tenders. Enfin, on a fait circuler sur certaines grandes lignes des wagons exceptionnellement lourds pour transports de charbons, de pierres, de calcaires, etc., pour lesquels on est arrivé à une surcharge de 3.3 tonnes environ au mètre de voie. Ces wagons sont exclus des transports sur bon nombre de lignes; ils constituent une surcharge qui n'a pas été dépassée jusqu'ici. En Autriche, par exemple, tout transport proposé au delà de cette limite est assujetti à une enquête spéciale concernant la voie et les ponts. Il importe de remarquer que les limites que nous citons comprennent tous les véhicules souvent mentionnés, tels que les wagons américains de 30 tonnes et autres qui, en raison de leur longueur, nous gênent moins. Nous pouvons constater aussi que les voitures du service courant ne dépassent jamais la limite de 2.3 tonnes par mètre et que les voitures de luxe exceptionnelles dans les deux mondes, y compris les cuisines, les accumulateurs pour éclairage électrique, etc., etc., n'atteignent jamais la limite de 2.8 tonnes au mètre de voie.

Nous avons donc, en résumé, trois types de wagons lourds pesant 3.3, 2.8 et 2.3 tonnes au mètre de voie. Nous les représenterons par des véhicules à 2 essieux pesant 24, 20 et 16 tonnes et ayant des longueurs de 7.3, 7.2 et 7.0 mètres respectivement. Nous désignerons ces véhicules pour fixer les idées par W_1, W_2 et W_3.

Pour arriver maintenant à des trains-types de surcharge représentant l'ensemble des trains en circulation, d'après les renseignements qui nous sont parvenus et que nous avons résumés au chapitre II, en tant qu'il s'agit des lignes principales internationales [2], nous sommes amenés à distinguer deux cas, ou, pour mieux dire, deux groupes de lignes ferrées.

[1] C'est ce que le rapporteur a proposé en 1888 et 1889, page 122 de son ouvrage : *Calculs des ponts métalliques*.

[2] Nous ne pouvons évidemment ici nous occuper des lignes secondaires ou d'intérêt local, qui dans chaque pays restent assujetties à des prescriptions spéciales.

Le premier groupe comprend les artères principales de circulation aux États-Unis d'Amérique, où l'on fait circuler de fait le matériel exceptionnellement lourd que nous avons cité; il comprend également un certain nombre de grandes lignes de l'ancien monde, où la circulation est tout aussi intense, où la voie est même presque plus solide qu'en Amérique, mais où le matériel roulant n'est pas encore tout aussi développé. Il faut bien admettre que ce qui a été réalisé en Amérique le sera bientôt chez nous. Déjà, en Angleterre, la charge d'essieu des machines à grande vitesse atteint 18 et 19 tonnes; en Amérique, elle atteint 20 tonnes pour les locomotives usuelles à 2 essieux couplés des trains à grande vitesse. Mais on est parvenu à construire des machines ayant grande vitesse à 3 essieux couplés; ce sont les types 6, 7, 8 de notre tableau (7) qui sont déjà devenus usuels en Amérique. La charge d'essieu y atteint actuellement près de 17 tonnes seulement, mais l'histoire du développement des locomotives résumée plus haut nous force, dès à présent, à y prévoir une charge d'essieu atteignant 20 tonnes (1). Les tenders pour de pareils trains express doivent être conçus en conséquence. Ils sont généralement à 4 essieux en Amérique et pèsent jusque 40 tonnes, rarement plus.

Le second groupe comprend toutes les lignes principales internationales où l'on n'a pas été aussi loin et où l'on ne veut même pas admettre de pareilles surcharges d'ici à longtemps. Nous croyons pouvoir affirmer que la grande majorité des lignes ferrées de l'ancien monde et une bonne partie de celles du nouveau monde restent préalablement comprises dans ce deuxième groupe, en sorte que les surcharges limites que nous lui assignerons, comme résumant toute la circulation actuelle, doivent nous intéresser plus spécialement.

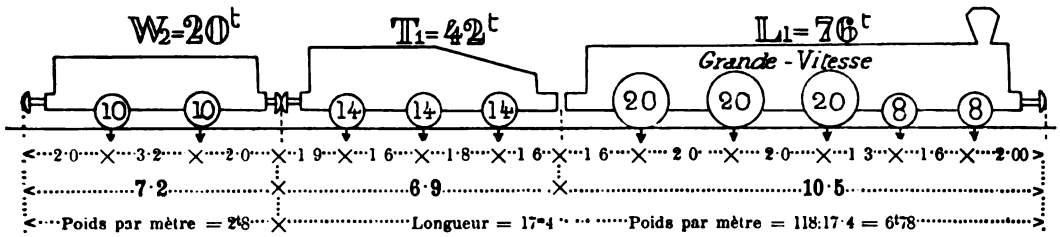
Nous désignerons, pour nous entendre, par *trains extra-lourds* ceux du premier groupe, par *trains lourds* ceux du second. Pour chacun de ces groupes, il est absolument impossible (2) de représenter les effets de surcharge de tous les trains en circulation par un train-type unique; il en faut admettre au moins deux qui sont tout naturellement le train de voyageurs le plus rapide et le train de marchandises le plus lourd, représentant en quelque sorte les deux extrêmes du trafic. Nous arrivons ainsi à quatre trains-types donnant ensemble les efforts de surcharge cherchés :

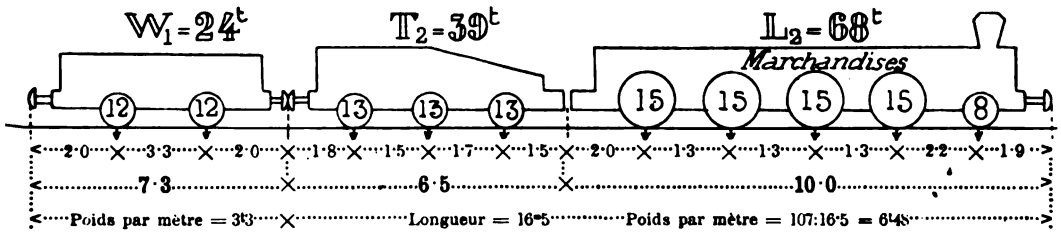
---

(1) Cette limite une fois admise par nos collègues de la traction, ils y reviendront et la construction à trois essieux couplés ne constitue qu'un soulagement momentané. C'est du moins ce que nous avons appris par l'histoire des machines à deux essieux couplés.

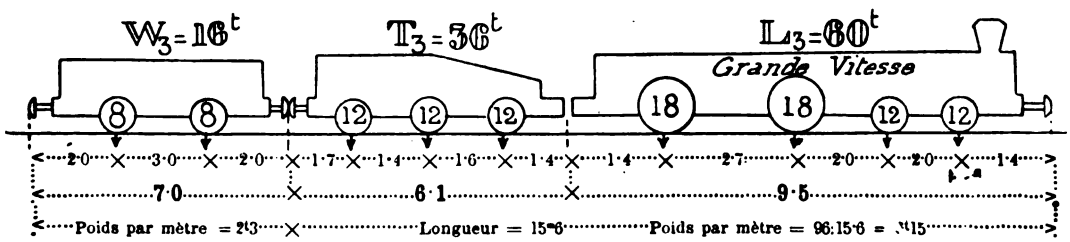
(2) C'est ce que nous démontrons par notre tableau graphique, pl. I. Celui-ci met en évidence plus généralement tous les inconvénients des prescriptions par trains-types, et les avantages des prescriptions par surcharges uniformément réparties.

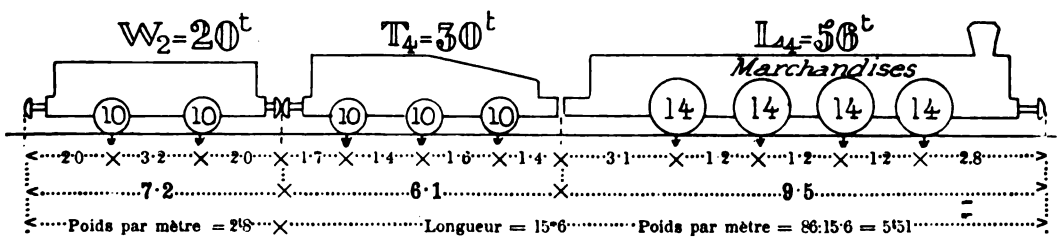
16). . . . . 1er Groupe : Trains-types extra-lourds.





17) . . . . . 2e Groupe : Trains-types lourds.





Ce n'est qu'après une longue étude de tout le matériel roulant cité au chapitre II et après des calculs très laborieux effectués pour trouver des véhicules bien étagés, se reliant à la fois au matériel actuel et aux prescriptions de surcharge en vigueur, que nous sommes arrivé à pouvoir présenter ces types au Congrès. Nous y admettons quatre locomotives-types : L_1, L_2, L_3, L_4, pesant 76, 68, 60 et 56 tonnes, ainsi que quatre tenders-types : T_1, T_2, T_3, T_4, pesant 42, 39, 36 et 30 tonnes respectivement.

Le type L_1 dérive des locomotives américaines, L_2 se relie à la fois aux machines américaines de 9 à 12 de notre tableau (7) et aux locomotives-types des prescriptions suisses. Enfin, L_3 et L_4 représentent des types extrêmement connus dans les deux mondes. L_4 se relie, d'ailleurs, directement aux prescriptions françaises et autrichiennes, ainsi qu'au vote sanctionné par le Congrès dans sa quatrième session à Saint-Pétersbourg (1) en 1892 (2).

En ce qui concerne les tenders, les écartements et charges d'essieu qu'on y admet n'ont qu'une influence indirecte sur les effets de surcharge de tout le train, car à cet égard les locomotives priment sur les tenders, en sorte que, pour ces derniers, c'est surtout le poids par mètre de voie qui entre en ligne de compte. Nous avions à considérer en Europe surtout des tenders à deux et trois essieux qui, pour les *trains lourds* du deuxième groupe, pèsent 27 et 36 tonnes ou bien 24 et 30 tonnes, suivant qu'il s'agit de trains à grande vitesse ou de trains à marchandises. Quant aux tenders des *trains extra-lourds* du premier groupe, ils sont moins bien définis; ils sont à trois essieux en Europe, à quatre essieux en Amérique. Leur poids dépasse toujours 36 tonnes, rarement 40; nous avons admis des types de 42 et 39 tonnes, suivant qu'il s'agit de trains à grande vitesse ou à marchandises. Enfin, pour avoir une suite de tenders-types bien étagés, nous avons supposé qu'ils sont tous à trois essieux, en faisant abstraction de ceux qui pèsent moins de 30 tonnes.

En ce qui concerne les voitures et wagons, on remarquera que nous utilisons les types W_2 et W_1 pour les *trains extra-lourds* et les types W_3 et W_2 pour les *trains lourds* en admettant naturellement toujours que les voitures sont moins lourdes que les wagons.

(1) « Il semble désirable que la voie et les ponts sur les grandes lignes internationales soient assez résistants pour permettre le passage d'un couple de véhicules ayant chacun quatre essieux de 14 tonnes à 1^m20 d'écartement. » Pour préciser, il faudrait ajouter que l'empattement total de l'ensemble doit être de 12^m80 environ, empattement de deux machines L_4 placées tête à tête.

(2) Nous n'avons pas cru devoir tenir compte des types américains 13, 14, 15 de notre tableau (7) que nous considérons comme exceptionnels.

Avec tous les véhicules mentionnés ci-dessus, nous constituons, en général, nos quatre trains-types de la manière usuelle en exploitation, c'est-à-dire avec deux machines accompagnées de leurs tenders à la tête du train et tous les wagons en queue. Cette disposition est aussi celle adoptée par les prescriptions françaises; elle donne lieu, à la vérité, à des calculs assez onéreux quant aux moments de flexion, puisque pour chaque portée de pont elle exige des recherches préalables sur l'essieu du train à placer sur le milieu du pont, pour obtenir le maximum. Mais les effets de surcharge ainsi obtenus sont bien ceux que l'on a lieu de rencontrer effectivement dans l'exploitation et nous croyons qu'au moins pour les *trains extra-lourds*, on ne saurait trouver de motifs plausibles pour aller au delà.

Pour les *trains lourds* du deuxième groupe, qui nous sont bien plus familiers, nous n'avons pas non plus cherché à majorer les surcharges obtenues comme il vient d'être expliqué; mais il nous a paru pratique, pour les grandes portées, de tenir compte quelque peu des trains de marchandises que l'on peut former en combinant d'une autre manière des véhicules plus légers que ceux qui nous servent de types.

Sur la base des conditions ainsi admises, nous avons calculé pour nos quatre trains-types, les échelles de surcharge uniformément répartie par mètre de voie, que l'on pourra adopter, en conséquence, tant pour les moments de flexion que pour les efforts tranchants.

En tant qu'il s'agit de grandes portées, on peut pour chacun de nos deux groupes (16) (17) identifier (à quelques centièmes près) [1] les surcharges données par les deux trains qui le composent. Pour de petites portées (disons au-dessous de 10 mètres), les surcharges fournies par les trains présentent des irrégularités telles qu'il convient de les remplacer par une loi de surcharge régulière et, là encore, on peut ainsi identifier ce qui concerne les deux trains d'un même groupe. Pour cette partie de notre travail, nous avons jugé intéressant de reporter tous les résultats de nos calculs sur un même tableau graphique que le lecteur trouvera annexé (planche I). Ce tableau nous fournit des arguments presque irréfutables contre les prescriptions par trains-types [2]; nous y reviendrons.

En résumé, pour chaque couple de trains constituant un groupe, nous parvenons à établir une échelle **a** de surcharges équivalentes par mètre de voie servant au

[1] Le contour bizarre, qui représente en réalité les effets de toute prescription de ce genre, peut-il sérieusement être accepté comme contour enveloppe de tous les effets analogues obtenus dans l'exploitation d'un grand réseau de chemins de fer ?

[2] Le plus grand écart concerne le troisième train qui, pour 40 mètres de portée, donne, avec les charges d'essieu extrêmes de 18 tonnes, environ 5 p. c. en plus de ce qu'on trouve avec le quatrième train.

calcul des moments de flexion, et une autre échelle **b** analogue servant au calcul des efforts tranchants :

(18) Tableau des surcharges uniformément réparties par mètre de voie équivalentes aux surcharges des trains-types.

PORTÉE OU LONGUEUR SURCHARGÉE.	TRAINS EXTRA-LOURDS.		TRAINS LOURDS.	
	a. Moments de flexion. — Charge par mètre de portée.	**b**. Efforts tranchants. — Charge par mètre de longueur surchargée.	**a**. Moments de flexion. — Charge par mètre de portée.	**b**. Efforts tranchants. — Charge par mètre de longueur surchargée.
Mètres	Tonnes.	Tonnes.	Tonnes.	Tonnes.
1·0	40	40	36	36
1·5	27	28	24	26
2·0	20	23	18	21·5
2·5	16	19·5	15	19
5	12·5	15	11·5	14
10	9·5	11	8·5	10
15	8·5	9·6	7·0	8·5
20	8·0	8·7	6·5	7·6
40	6.8	7·3	5·6	6·2
80	5·3	5·8	4·4	4·8
120	4·3	4·8	3·8	4·0
160	3·8	4·3	3·4	3·5

N. B. — Pour portées, ou longueurs surchargées intermédiaires, on procédera par interpolation rectiligne.

Ces échelles de surcharge sont sujettes à être légèrement modifiées pour les petites portées, lorsque la charge d'essieu maximum admise pour un réseau n'atteint pas l'une des limites de 20 tonnes ou 18 tonnes, que nous avons introduites dans nos deux groupes, les locomotives conservant d'ailleurs sensiblement les mêmes poids admis dans nos types. Ceci fait l'objet d'une étude spéciale.

En effet, juqu'à $2^{m}50$ de portée environ, la surcharge par mètre dépend presque exclusivement de la charge d'essieu maximum admise, quels que soient les véhicules-types à considérer. Il en est encore presque de même jusqu'à 5 mètres de portée, dans un certain sens, c'est-à-dire pour un réseau considéré, en sorte que l'on pourrait calculer ces ponts de faible portée en faisant abstraction de toute conception d'un véhicule-type. Pour élucider la question, nous remarquons qu'entre la charge et l'écartement minimum des essieux, il existe une certaine relation pratique. Ainsi, nous avons pu constater que pour des charges d'essieu de 14, 15 et 20 tonnes,

l'écartement minimum est de 1^m2, 1^m3 et 2 mètres environ [1]. On peut ainsi établir approximativement la relation pratique suivante :

(19)										
Charges d'essieu . . .	12 t.	13 t.	14 t.	15 t.	16 t.	17 t.	18 t.	19 t.	20 t.
Écartement minimum .	1^m00	1^m10	1^m20	1^m30	1^m40	1^m55	1^m70	1^m85	2^m00

Nous avons étudié pour chacune de nos portées : 1 mètre, 1^m50, 2^m00, 2^m50 et 5 mètres les effets de chacun de ces systèmes d'essieux avec leur écartement propre; nous avons ensuite inscrit dans un même tableau, pour chaque système, les charges équivalentes **a** et **b** les plus grandes, choisies parmi celles que nous avons trouvées pour ce système et tous les précédents. Pour les charges d'essieu supérieures à 14 tonnes, nous avons, en outre, pris en considération la combinaison d'un essieu moteur et d'un essieu porteur de 8 tonnes placé à 1^m30 du premier; nous avons ainsi majoré encore nos valeurs, s'il y a lieu. Enfin, il convenait d'étager quelque peu toutes les charges trouvées, en un tableau unique continu, tout en les arrondissant par tonnes et demi-tonnes. Le résultat de toutes ces recherches est que, jusqu'à 2^m50, il n'y a lieu de concevoir aucun véhicule-type, tandis que vers 5 mètres on trouve à peu près les mêmes valeurs pour tous les systèmes (19), en sorte que pour une pareille portée, la considération de *trains extra-lourds* ou de *trains lourds* n'influe que bien peu sur les charges à admettre. Nous avons pu, tant pour les valeurs **a** que pour les valeurs **b**, arrondir convenablement la différence en prenant une tonne de plus lorsqu'il s'agit des *trains extra-lourds*. Nous trouvons donc :

(20) Tableau des surcharges uniformément réparties par mètre de voie équivalentes aux surcharges des véhicules-types, suivant la charge d'essieu maximum admise.

Portée ou longueur surchargée.	TRAINS.	14 tonnes.		15 tonnes.		16 tonnes.		17 tonnes.		18 tonnes.		19 tonnes.		20 tonnes.	
		a	**b**	**a**	**b**	**a**	**b**	**a**	**b**	**a**	**b**	**a**	**b**	**a**	**b**
Mètres.															
1·0	extra-lourds ou lourds ou quelconques	28	28	30	30	32	32	34	34	36	36	38	38	40	40
1·5		19	24	20	25	21	25	22·5	26	24	26	25·5	27	27	28
2·0		14	19·5	15	20	16	20·5	17	21	18	21·5	19	22	20	23
2·5		13·5	18	13·5	18	14	18·5	14·5	18·5	15	19	15·5	19·5	16	19·5
5·0	extra-lourds	»	»	»	»	12·5	15	12·5	15	12·5	15	12·5	15	12·5	15
	lourds	11·5	14	11·5	14	11·5	14	11·5	14	11·5	14	»	»	»	»

N. B. Pour portées, ou longueurs surchargées intermédiaires, on procédera par interpolation rectiligne en distinguant entre 2^m5 et 5 mètres celui des deux groupes auquel on se rallie.

[1] La conception des prescriptions hongroises, admettant des essieux de 16 tonnes à 1^m20 d'écartement, n'est illustrée, en pratique, par aucun exemple de machine construite.

Ce tableau unique pour ponts de petite portée se relie directement à nos tableaux (18) dérivant des deux groupes de trains-types; les raccords s'effectuent graphiquement parlant au moyen de lignes droites concernant les portées comprises entre $2^{m}50$ et 5 mètres, lesquelles lignes viennent converger pour la portée de 5 mètres aux points représentant les quatre valeurs indiquées dans nos tableaux (18). Notre tableau graphique (pl. I) donne une image de l'ensemble de toutes ces surcharges que nous proposons, pour des portées comprises entre 2 et 10 mètres. On trouvera, en outre, dans notre tableau graphique (pl. III) pour des portées de 5 à 160 mètres, les contours polygonaux qui représentent nos échelles de surcharges. Il nous reste à élucider, à ce sujet, une particularité de nos propositions, concernant les grandes portées.

On remarquera que les extrémités des deux contours **a** et **b** représentant les *trains extra-lourds* restent écartées d'une demi-tonne, tandis que les deux contours analogues **a'** et **b'** inférieurs représentant les *trains lourds* semblent vouloir converger, à un dixième de tonne près (1).

La raison en est que pour les *trains extra-lourds* nous avons cru devoir nous en tenir strictement aux trains-types définis (16) en n'y admettant que les wagons en queue, tandis que pour les *trains lourds* qui comprennent la très grande majorité des trains circulant dans les deux mondes, il nous a paru indispensable de tenir compte de la pratique actuellement admise chez beaucoup d'ingénieurs des ponts métalliques, consistant à tenir compte également de trains de marchandises ayant des wagons en tête et en queue, ou composés de plus de deux locomotives, un peu moins lourdes que celles représentées par nos types, etc. (2).

Ces variantes dans les hypothèses de surcharges ne modifient guère l'échelle **b'** relative aux efforts tranchants, pour lesquels les hypothèses initiales restent les plus défavorables. Mais, pour l'échelle **a'** concernant les moments de flexion, elles conduisent à augmenter très sensiblement les charges concernant les grandes portées.

(1) La même convergence s'observe dans les échelles russes de 1884 que nous citons (11).

(2) Nous pouvons citer, quant aux prescriptions admettant des wagons en tête et en queue du train, celles de la Russie en 1884, de l'Autriche en 1887, de la Hongrie en 1893 et en Allemagne par exemple, celles des Directions de Breslau, de Bromberg et de Hanovre, toutes du réseau de l'État prussien, en 1894.

De même pour les trains de surcharge prescrits avec plus de deux locomotives, nous citerons ceux de la Russie en 1884, de l'Autriche en 1887; puis en Allemagne par exemple, ceux de la direction de Bromberg en 1891 et de la direction de Hanovre en 1894, enfin en Roumanie ceux de la direction générale des chemins de fer, en ce qui concerne les travaux actuels pour le grand pont sur le Danube, près Cernawoda.

Il nous a paru impossible de ne pas tenir compte de ces hypothèses de surcharges préconisées par tant d'ingénieurs distingués en Europe (1).

Nous avons donc laissé les extrémités des contours **a** et **b** là où on les avait placées en Autriche après une étude très approfondie concernant plus de quarante trains de surcharge divers. Du reste, la simple comparaison avec notre tableau (15) fait voir qu'on ne saurait abaisser l'extrémité de l'échelle **a** des *trains lourds* que de quelques dixièmes de tonne au plus, pour rester au-dessus des charges représentant les prescriptions françaises de 1891, lesquelles, comme on sait, ne tiennent compte que de tenders à deux essieux pesant 24 tonnes (2).

8° *Application de nos échelles de surcharge.*

Pour les longerons et les poutres transversales sans exception, ainsi que pour les maîtresses poutres de tous les ponts usuels, on pourra avec toute sécurité faire usage de nos échelles **a** et **b** de surcharge. Ceci comprend tous les ponts à travées indépendantes en général, tous les ponts à poutres droites continues sur plusieurs travées, les ponts à cantilevers de divers systèmes, etc. (3).

Comme il n'y a jusqu'ici que deux grands pays, la Russie et l'Autriche, où les calculs de résistance s'effectuent exclusivement au moyen de surcharges uniformément réparties équivalentes, d'après plusieurs échelles de surcharge très soigneusement étudiées, et rendues obligatoires pour les constructeurs par décrets du pouvoir exécutif, nous croyons utile de récapituler ici la manière de se servir de nos échelles :

Les charges à faire entrer dans les calculs de résistance se composent du poids

(1) Nous avons sous les yeux l'ouvrage : *Report of the Board of Rail road Commissioners of the State of New York*. Issued Juné 30 1891. Commissioners : William E. Rogers, Isaac V. Baker, Fr. Michael Rickard, qui constitue un travail considérable du pouvoir exécutif de l'État New-York. On y a refait d'office les calculs de résistance de 669 ponts sur un total de 2,500. Le rapporteur relate que beaucoup de directeurs de chemins de fer ont été très étonnés d'apprendre ainsi que, dans bien des cas, le travail imposé de fait aux constructions atteignait presque la limite de rupture. Malheureusement, il ne semble pas qu'aux États-Unis d'Amérique on soit parvenu jusqu'ici à établir des prescriptions de surcharge uniformes et soigneusement étudiées.

(2) D'après une communication que S. Exc. M. Thielen, ministre des travaux publics à Berlin, a bien voulu nous adresser en février 1895, on s'occupe actuellement d'unifier les prescriptions de surcharge pour tout le réseau de l'État de Prusse.

(3) En fait d'exceptions sérieuses, nous ne voyons que *les ponts en arcs*, pour lesquels il faudrait en revenir aux trains-types de surcharge. Encore semble-t-il, d'après quelques comparaisons faites, que les échelles **a** et **b** conviennent aussi très bien pour ces ponts, si on y admet partout la *longueur surchargée* comme servant d'entrée à ces échelles.

propre de la construction (charge permanente) et des charges accidentelles provenant du matériel roulant (charge mobile). On aura à tenir compte, en outre, des effets du vent et, en tant que le système de construction le rendra nécessaire, des changements de température. On trouvera au chapitre VI de notre rapport des données suffisantes pour pouvoir estimer d'avance le poids propre de tout pont à construire. Quant aux effets du vent, on est presque partout d'accord pour se rallier (à quelques modifications près) aux coefficients admis en Angleterre; nous renvoyons à cet égard aux stipulations du § 3, littéra *f*, de l'ordonnance autrichienne de 1887 que nous reproduisons en annexe. Nous n'avons donc ici à nous occuper que de la charge mobile, c'est-à-dire de l'application de nos échelles de surcharge.

a) Pour le calcul des bandes dans les maîtresses poutres des ponts à travées indépendantes, la charge accidentelle à admettre par mètre courant de voie, comme uniformément répartie sur toute la portée, comptée entre milieux des appuis, sera celle de l'échelle **a**.

S'il s'agit des bandes de maîtresses poutres en arc, avec ou sans tympans rigides, on pourra encore, avec toute sécurité, pour ne pas en revenir aux trains-types, faire usage de la même échelle **a**; il faudra seulement y considérer comme entrée la longueur surchargée [1] et non la portée.

b) Pour le calcul de l'âme pleine ou des croisillons dans les mêmes maîtresses poutres, quant aux efforts tranchants ou aux effets de cisaillement, on se servira de l'échelle **b** en y prenant comme entrée, non la portée du pont, mais la longueur de pont surchargée [1]. Pour les travées indépendantes usuelles, cette longueur sera différente pour chaque section, et s'étendra depuis celle-ci jusqu'à l'un ou l'autre des appuis à considérer, suivant le sens de l'effort tranchant cherché [2].

c) Pour les ponts à poutres continues reposant sur plus de deux appuis, on calculera les bandes en admettant pour les travées surchargées les charges qui, d'après l'échelle **a**, correspondent à leurs portées, tout en tenant compte des combinaisons de surcharge qui produisent les plus grands moments de flexion.

Pour le calcul des croisillons des mêmes ponts, on admettra pour la travée consi-

[1] Dans les ponts en arc, la longueur ou les deux longueurs de pont à surcharger, pour obtenir l'effet maximum dans une pièce considérée, font l'objet d'une recherche spéciale.

[2] Pour un pont donné, il faudra donc prendre une charge par mètre différente pour chaque maille, et il semble en résulter une complication nouvelle. Toutefois, celle-ci n'est qu'apparente, et la surcharge pour une même longueur surchargée restant la même dans tous les ponts de toute portée, on peut l'établir une fois pour toutes sous forme de tables numériques toujours applicables. Ce calcul est alors plus simple que le calcul suivant l'ancien système.

dérée les charges de l'échelle **b** et pour les combinaisons d'autres travées surchargées simultanément, les charges de l'échelle **a**.

d) Pour les ponts à poutres consoles (cantilevers, système Firth of Forth), on pourra également faire usage de nos échelles.

On traitera naturellement la construction centrale posée sur consoles, comme un pont à travée indépendante, les charges d'appui évaluées à l'aide de l'échelle **b** étant les efforts qu'il faudra supposer appliqués à l'extrémité des consoles (cantilevers). On tiendra compte, en outre, des charges mobiles que celles-ci ont à supporter directement en utilisant nos deux échelles comme suit :

Pour le calcul des bandes, on surchargera les consoles d'après l'échelle **a** sur la totalité de leur longueur, en se servant du double de celle-ci comme entrée dans notre tableau [1].

Pour le calcul des croisillons, on surchargera les consoles d'après l'échelle **b**, depuis leur extrémité jusqu'à la section considérée, en prenant cette longueur surchargée augmentée de sa moitié, comme entrée dans notre tableau [2].

Remarque. — Les règles que nous citons pour les ponts à poutres droites continues sur plusieurs travées et pour les ponts à poutres consoles, pourraient être trouvées sujettes à cette objection qu'elles présentent un excès de sécurité dans un certain sens, puisqu'elles admettent implicitement la présence simultanée de plusieurs trains sur une même voie du pont pour que les surcharges introduites dans les calculs de résistance puissent être réalisées. Mais les ingénieurs des ponts métalliques ont toujours été d'avis jusqu'ici qu'il y avait lieu de tenir compte de ces combinaisons les plus défavorables, dont la conception est pour ainsi dire liée à ces systèmes de construction.

e) Les longerons seront traités comme des maîtresses poutres de petits ponts, s'appuyant sur les poutres transversales, en guise de piles ou culées;

f) Les poutres transversales seront considérées comme piles ou culées supportant les longerons en guise de maîtresses poutres.

[1] Il est facile de démontrer théoriquement que cette façon de procéder est absolument rigoureuse. Ceci repose sur le principe de la charge uniforme équivalente quant au moment de flexion au-dessus de la pile, où l'effet de flexion est maximum.

[2] Cette règle que nous donnons ici a été établie par des recherches n'ayant aucun caractère théorique. L'effort tranchant à considérer est toujours égal à la somme des charges situées sur la longueur indiquée, ce qui donne un calcul simple dans tous les cas. Notre règle pour utiliser l'échelle **b** est pratiquement exacte; elle dispensera d'en revenir aux trains-types pour recherches ultérieures.

Pour le calcul des poutres transversales intermédiaires, on admettra comme charge mobile la moitié de la charge totale qui, d'après l'échelle **a**, serait applicable à un pont ayant pour portée la distance des deux poutres transversales immédiatement voisines sur la gauche et sur la droite de celle que l'on considère (1).

Le calcul des poutres transversales de rive se fera dans chaque cas spécial suivant leur disposition en construction, en remplaçant celle des poutres voisines faisant défaut pour appliquer la règle ci-dessus, par un support théorique de la voie pris à distance convenable. Cet écartement devra être de 1 mètre au moins pour tenir compte de l'intervalle usuel des traverses; dans le cas de longerons-consoles, il devra être augmenté de la double portée de ces consoles (portée théorique). En cas de longerons sur culée, il sera égal à la portée de ces derniers [ponts biais (2)], etc. . . .

Il va sans dire, du reste, que la surcharge incombant à chaque poutre transversale doit lui être supposée transmise au point où elle lui est appliquée de fait (assemblage avec les longerons). En général, on ne saurait trop recommander de construire les poutres transversales de rive au moins aussi solidement que les poutres intermédiaires analogues voisines.

9° *Conclusions.*

En résumé, toutes ces propositions que nous venons soumettre au Congrès ont pour but de démontrer à tous nos collègues que les prescriptions de surcharges par trains-types ne constituent qu'un expédient du législateur pour tourner la difficulté, au lieu d'étudier sérieusement les effets de tous les trains en circulation et d'en déduire, une fois pour toutes, une solution générale, permettant aux constructeurs de se dispenser de recherches ultérieures.

Nous avons prouvé qu'avec deux échelles de surcharges uniformément réparties, on pourra, dans tous les cas pratiques, effectuer les calculs de résistance de la manière la plus simple. Les ponts ainsi calculés présenteront une très grande sécurité, puisqu'on y aura tenu compte de tout le matériel roulant en circulation.

L'emploi de nos échelles **a** et **b** de surcharges se généralise en disant qu'il y faut toujours entrer en partant des *longueurs de pont surchargées.*

(1) On démontre théoriquement que cette proposition est rigoureusement exacte, même si les intervalles des poutres transversales sont inégaux. Voir p. 77 de l'ouvrage déjà cité : *Calculs des ponts métalliques à une ou plusieurs travées.* Paris, Baudry, 1889. Ceci repose sur l'usage universellement établi de calculer les poutres transversales comme reposant librement sur les maîtresses poutres et les longerons comme reposant librement sur les poutres transversales.

(2) Dans l'ossature métallique souvent compliquée qui se présente alors, on peut traiter séparément, d'après notre règle, ce qui concerne chaque file de longerons.

ANNEXE AU CHAPITRE III.

EXEMPLE DE CALCUL.

Train extra-lourd à grande vitesse.

Comme les méthodes de calcul utilisées dans ce qui précède et que nous préconisons pour évaluer les charges uniformément réparties par mètre de voie, équivalentes aux effets d'un train donné (quant aux moments de flexion ou quant aux efforts tranchants), ne sont certainement pas connues de tous les membres du Congrès, nous avons pensé qu'il conviendra de citer ici au moins un exemple de ces calculs; celui-ci concerne notre *train extra-lourd* à *grande vitesse*, le plus lourd du monde. Le lecteur se rendra compte ainsi de ce que c'est que d'avoir des prescriptions de surcharges données au moyen d'un train-type ou données au moyen d'échelles de charges uniformes équivalentes, que l'on peut appliquer immédiatement sans autres recherches.

1° *Moments de flexion.*

Il faut pour chaque portée placer celui des essieux du train sur le milieu de cette portée qui y donne un moment de flexion maximum. On prend ensuite parmi les valeurs ainsi trouvées la plus grande. Désignons par :

$$(21) \quad \begin{cases} l = 2a & \text{la portée du pont ;} \\ P_1\ P_2\ P_3 \dots P_n & \text{les charges d'essieux ;} \\ a_1\ a_2\ a_3 \dots a_n & \text{leurs distances au milieu de la portée [1].} \end{cases}$$

On trouve alors facilement que la charge équivalente uniformément répartie sur toute la portée, par mètre de voie, est :

$$(22) \quad p = \frac{P_1 + P_2 + \dots P_n}{a} - \frac{a_1\ P_1 + a_2\ P_2 \dots a_n\ P_n}{a^2} = \frac{1}{a}\left[\Sigma P_n - \frac{\Sigma a_n P_n}{a}\right]$$

Ce procédé de calcul, inauguré par le rapporteur dès 1873, offre le grand avantage que, pour des portées $l = 2a$ croissantes, les valeurs Σ restent constantes tant que de nouveaux essieux n'arrivent pas sur le pont; lorsque ceux-ci y arrivent, on obtient les nouveaux Σ en se bornant à calculer les Σ pour les nouveaux essieux et à ajouter ces valeurs aux anciens Σ déjà connus. Si donc un même essieu reste sur le milieu du pont tandis que la portée croît indéfiniment, il suffira de dresser une table des Σ pour celles des portées qui font apparaître de nouveaux essieux sur

[1] C'est à cette circonstance que toutes les longueurs sont rapportées au milieu de la portée, que l'on doit le succès de cette méthode.

le pont. Au moyen de cette table, que l'on obtient facilement par voie d'additions, on peut ensuite, pour une portée intermédiaire quelconque, calculer de suite p au moyen de la formule (22) en y mettant les Σ de la table concernant la portée $l_n = 2a_n$ immédiatement inférieure. Ce calcul n'exige que deux divisions. La courbe des valeurs de p présente une suite de points singuliers qui correspondent aux portées figurant dans la table des Σ.

La condition pour qu'un essieu placé sur le milieu de la portée y donne un maximum, est que cet essieu constitue une *force médiane* de la partie du train placé sur le pont. Cela signifie que les sommes des charges appliquées de part et d'autre doivent être tellement près d'être égales, que si à l'une d'elles on ajoute l'essieu considéré, on obtient toujours la majorité des charges placées sur le pont [1].

[1]. Si au lieu de chercher le maximum au milieu du pont, on le voulait trouver pour une section quelconque divisant la longueur l de la portée en deux parties inégales a' et a'' détachées à droite et à gauche de cette section, ce serait la *force médiane proportionnelle* qu'il faudrait y placer. Nous nommons ainsi une force P_m telle que le léger déplacement considéré ci-dessus laisserait toujours du côté de P_m la partie du faisceau qui est *proportionnellement la plus grande :* Cette nouvelle conception et la règle qui s'y rapporte ressortent du calcul suivant. On trouve :

$$(23) \quad \ldots \quad \text{Moment de flexion} = \frac{a'a''}{2a}\,\Sigma P_n - \frac{1}{2a}\left[a''\Sigma a'_n P'_n + a'\Sigma a''_n P''_n\right] = M$$

$$(24) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad p = \frac{\Sigma P_n}{a} - \frac{1}{a}\left[\frac{\Sigma a'_n P'_n}{a'} + \frac{\Sigma a''_n P''_n}{a''}\right]$$

Le maximum de p exige le minimum du facteur entre parenthèses. Un déplacement de l'origine X des moments, d'une quantité très petite x vers le point X_1 situé à droite, donne pour cette nouvelle origine des moments :

$$(25) \quad \ldots\ldots \quad \left(\frac{\Sigma a'_n P'_n}{a'} + \frac{\Sigma a''_n P''_n}{a''}\right)_1 = \left(\frac{\Sigma a'_n P'_n}{a'} + \frac{\Sigma a''_n P''_n}{a''}\right) - x\left(\frac{\Sigma P'_n}{a'} - \frac{\Sigma P''_n}{a''}\right)$$

et produit une diminution ou une augmentation du facteur en question, suivant que :

$$(26) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad \frac{\Sigma P'_n}{a'} \gtrless \frac{\Sigma P''_n}{a''}$$

On en tire la notion de la *force médiane proportionnelle* qu'il faut placer sur la section pour obtenir le maximum.

Ces considérations conduisent aussi directement au maximum maximorum théorique dans le cas le plus général.

Soit G le centre de gravité (27) de toutes les forces de ΣP_n et K sa distance à la force P_m, soit

Lorsqu'on a un train-type à considérer, lequel comprend des wagons en tête et en queue, il n'y a pour chaque portée que trois ou quatre essieux entre lesquels il faut choisir l'essieu formant force médiane. Mais pour un train-type n'ayant que des wagons en queue, ainsi que ceux qui sont prescrits en France et en Suisse, le problème est bien plus compliqué, car pour des portées croissantes on a, au moins, une douzaine d'essieux à essayer en cherchant la force médiane. De ces forces médianes, on en trouve plusieurs pour presque chaque portée, et il faut ensuite, parmi toutes les valeurs de P ainsi trouvées, prendre la plus grande. Notre solu-

enfin x la distance de cette dernière au milieu de la portée; on a :

$$a' = a + x \qquad a'' = a - x \qquad \Sigma a'_n P'_n - \Sigma a''_n P''_n = K\Sigma P_n$$

La substitution dans l'équation (23) donne après réduction :

$$(28) \ldots \quad M = \frac{a^2 + Kx - x^2}{2a} \Sigma P_n - \frac{1}{2}\left[\Sigma a'_n P'_n + \Sigma a''_n P''_n\right] \qquad \text{et } \frac{dM}{dx} = \frac{1}{a}\left(\frac{K}{2} - x\right) \Sigma P_n$$

Le maximum obtenu sur une section donnée, en y plaçant la *force médiane proportionnelle*, devient par conséquent un maximum maximorum, eu égard à toutes les sections, lorsqu'on a en même temps $x = K : 2$ ou, en d'autres termes, *lorsque le centre de gravité* G *et la médiane proportionnelle* P_m *du train se trouvent de part et d'autre et à égale distance du milieu de la portée du pont*. D'après cette règle fort simple et connue d'ailleurs depuis longtemps, on voit que lorsqu'on aura obtenu le maximum au milieu du pont, à l'aide de la méthode indiquée dans le texte, il suffira généralement d'un très léger déplacement pour avoir le maximum maximorum, car, d'après la composition usuelle des trains, G et P_m sont presque toujours deux forces très voisines l'une de l'autre, et P_m déterminée comme force médiane pour le milieu, ne cesse pas de rester *médiane proportionnelle* pour les points voisins.

Pour une section quelconque, divisant la portée l en deux parties inégales a' et a'', la *force médiane proportionnelle* à placer sur la section s'obtiendrait d'une manière simple, en divisant la longueur totale obtenue à l'aide des forces placées bout à bout, dans le rapport $a' : a''$. Si, dans cette construction, le point de division vient à tomber exactement sur un point formant le bout commun de deux forces, c'est alors l'intervalle compris entre les essieux correspondants du train, et que nous nommerons *intervalle médian proportionnel*, qui doit se trouver à cheval sur la section du pont considérée, avec un point quelconque de sa longueur, pour que l'on y obtienne le plus grand moment possible.

Si le pont avait à supporter non des essieux chargés, mais une surcharge continue (uniforme ou non), la *force médiane* ou *médiane proportionnelle* devrait être remplacée par une ligne verticale divisant la surcharge en parties *égales ou proportionnelles* à a' et a'', etc.

En désignant par P_w la charge uniforme des wagons par mètre et par l'_w l''_w les longueurs chargées de part et d'autre, on a :

$$(29) \ldots \ldots \ldots \quad p = \frac{1}{a}\left[\Sigma P_n - \frac{1}{a}\Sigma a_n P_n + p_w \frac{l'^2_w + l''^2_w}{l}\right]$$

tion [1] pour sortir de ces difficultés consiste à dresser un barème du train et des régions de portée où chacun des essieux lourds constitue une force médiane. Ce barème que nous représentons (30) est compréhensible pour les constructeurs.

Chacun des essieux lourds A, B, C... est successivement supposé placé au milieu du pont pour des portées croissant indéfiniment; ce qui donne autant de suites horizontales du barème. Dans chaque suite et des deux côtés de l'essieu essayé, on a inscrit les abscisses a_n ainsi que les sommes de charges correspondantes; on peut donc immédiatement voir si la condition requise est satisfaite ou non [2]. Nous avons indiqué par des traits pleins les régions où chaque essieu est force médiane; cette indication se répète de chaque côté de l'essieu essayé.

Notre barème paraît de fait plus compliqué qu'il ne l'est. Les nombres de chaque suite horizontale se déduisent de ceux de la suite précédente, par simple addition ou soustraction d'un nombre constant, concernant le déplacement de l'origine. On peut donc dresser facilement tout le barème par voie d'additions et soustractions effectuées du haut en bas.

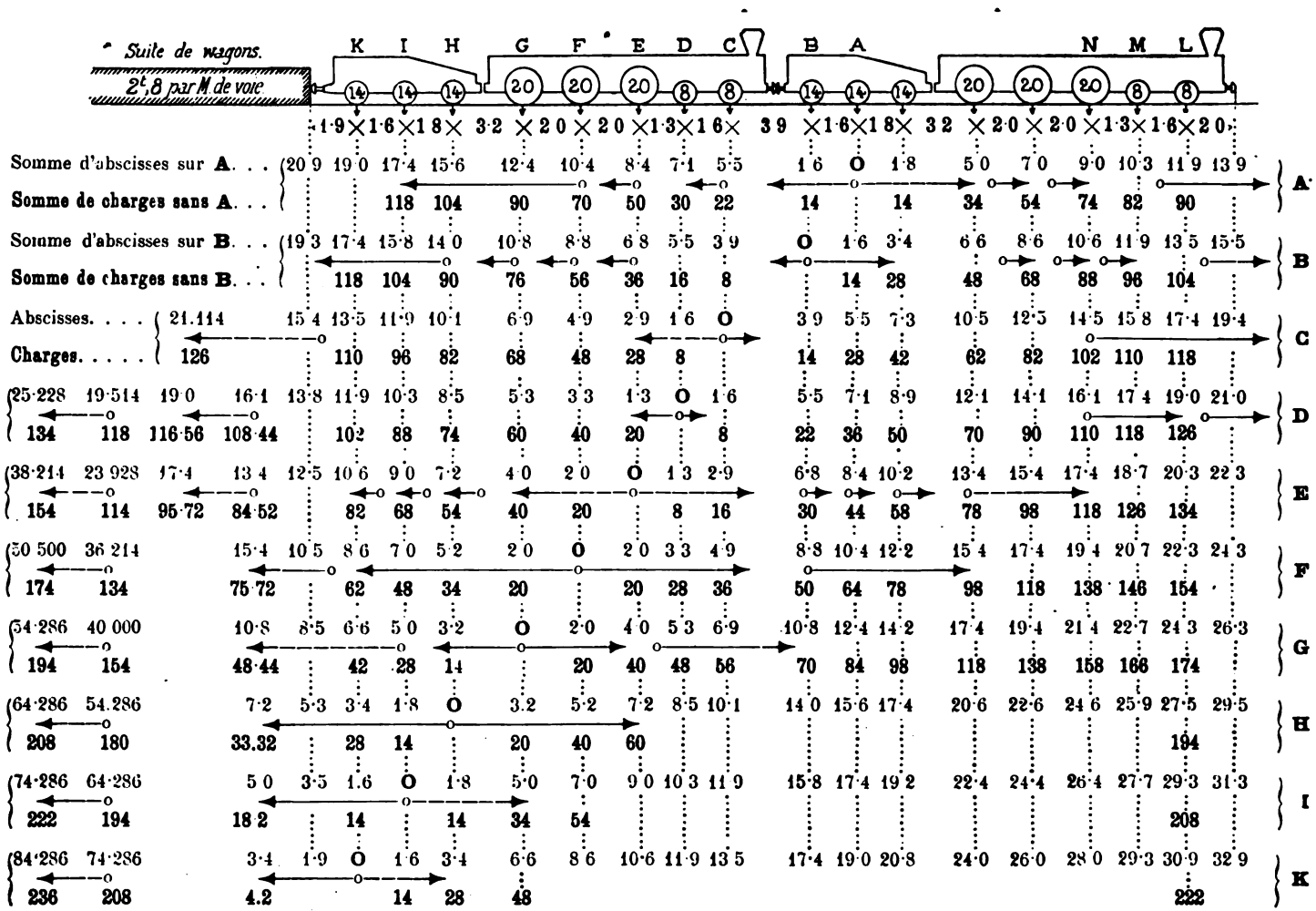
Le barème une fois établi, il ne restera pour un constructeur expérimenté qu'à choisir, dans chaque cas, entre deux ou trois essieux forces médianes. Nous reproduisons (31), (32), les tableaux des Σ servant à appliquer notre formule (22), en tant qu'ils sont à considérer pour le maximum de la charge p. Nous avons marqué par des astérisques * celles des valeurs de p qui appartiennent sûrement au contour général des maximums à considérer pour le train donné.

2° *Efforts tranchants.*

La recherche des charges uniformes équivalentes quant aux efforts tranchants, offre bien moins de difficulté que l'étude que nous venons de faire; on sait que pour avoir le plus grand effort tranchant sur un appui, il faut y amener la tête du train, c'est-à-dire y concentrer les essieux les plus lourds.

[1] On sait que l'on peut résoudre le problème par voie graphique. On construit un polygone funiculaire pour la totalité du train, sur lequel on promène une corde de projection horizontale constamment égale à la portée. La position de cette corde, qui laisse entre elle et le polygone le plus grand écart possible, est la position cherchée. Cette solution, très élégante pour un petit nombre d'essieux, devient inadmissible pour les trains longs, et il faut en revenir aux procédés numériques.

[2] Nous renvoyons, pour plus de détails, à l'ouvrage déjà cité : *Calculs des ponts métalliques à une ou plusieurs travées*. Paris, Baudry, 1889.


Suite de wagons.
2t,8 par M de voie
K I H G F E D C B A N M L
14 14 14 20 20 20 8 8 14 14 14 20 20 20 8 8
1·9 1·6 1·8 3·2 2·0 2·0 1·3 1·6 3·9 1·6 1·8 3·2 2·0 2·0 1·3 1·6 2·0
Somme d'abscisses sur A. . .
Somme de charges sans A. . .
Somme d'abscisses sur B. . .
Somme de charges sans B. . .
Abscisses. . . .
Charges. . . . .
A
B
C
D
E
F
G
H
I
K

(31) . . . Train extra-lourd. Charges équivalentes pour moments de flexion.

$l_n = 2a_n$	Abscisse a_n de gauche.	Abscisse a_n de droite.	P_n	ΣP_n	$a_n P_n$	$\Sigma a_n P_n$	l_w	$\frac{l_w^2}{l}$	Maximum.	Points sing. p	*Exemples.*
				Essieu A sur le milieu.							
0·0	0·0	0·0	14	14	0 0	0·0					
3·2	»	1 6	14	28	22·4	22·4	»	»		8·750	
											4 . . . . 9·100
3·6	1 8	»	14	42	25·2	47 6	»	»		8·642	5 . . . . 9·184
											6 . . . . 8 711
10·0	5·0	»	20	62	100·0	147·6	»	»		6·496	8 . . . . 7·525
				Essieu B sur le milieu.							
13·6	»	6·8	20	98	136 0	413·2	»	»		5·476	
											15 . . . . 5·721
17·2	8·6	»	20	118	172·0	585·2	»	»		5·809	
17·6	»	8·8	20	138	176·0	761·2	»	»		5·852	
											20 . . . . 6·188
21 2	10·6	»	20	158	212·0	973·2	»	»		6·244	
21·6	»	10·8	20	178	216·0	1189·2	»	»		6·286	
23 8	11 9	»	8	186	95·2	1284·4	»	»		6·560	
				Essieu C sur le milieu.							
29·0	14·5	»	20	220	290·0	1787·6	»	»		6 670	
											30 . . . . 6·722
30·8	»	15·4	Origine du train de wagons.				»	»		6·748	
31·6	15·8	»	8	228	126 4	1914·0	0·4	0·005		* 6 764	
											35 . . . . * 6·802
34 8	17 4	»	8	236	139·2	2053·2	2·0	0·115		* 6·800	
											40 . . . . * 6 741
42·228	»	21·114	»	236	»	2053·2	5·714	»			
				Essieu D sur le milieu.							
		13·8	Origine du train de wagons.								
38·0	19·0	»	8	236	»	2078·8	5·2	0·712		6·767	
											40 . . . . 6·738
39·028	»	19 514	»	236	»	2078·8	5 714	0 837			
											50 . . . . 6 395
50·456	»	25·228	»	236	»	2078·8	11·428	2·588			
				Essieu E sur le milieu.							
0·0	0·0	0 0	20	20	0.0	0·0	»	»		»	1·0 . . . *40 000
											1·5 . . . *26·667
2·6	1·3	»	8	28	10·4	10·4	»	»		* 15 384	2·0 . . . *20·000
											2·2 . . . *18·182
4·0	»	2·0	20	48	40 0	50·4	»	»		* 11·400	2·4 . . . *16·667
											2·5 . . . *16·000
5·8	2·9	»	8	56	23 2	73·6	»	»		10 559	2·6 . . . *15·384
											2·8 . . . *14·694
8·0	»	4·0	20	76	80·0	153·6	»	»		9 400	3·0 . . . *14·045
											3·6 . . . *12·346
13·6	6 8	»	14	90	95·2	248·8	»	»		7·855	4·2 . . . *11·429
											4·8 . . . *11.250
14·4	»	7·2	14	104	100 8	349·6	»	»		7·701	5·4 . . . *10·864
16·8	8·4	»	14	118	117 6	467 2	»	»		7·426	10 . . . . 9·056
18·0	»	9 0	14	132	126 0	593 2	»	»		7·343	15 . . . . 7·652
											20 . . . . 7 208
20·4	10·2	»	14	146	142·8	736·0	»	»		7·240	
21·2	»	10 6	14	160	148·4	884·4	»	»		7·223	
25 0	»	12·5	Origine du train de wagons.				»	»		7·140	
26·8	13·4	»	20	180	268·0	1152·4	0·9	0 030		7·021	
											30 . . . . * 6·917
30·8	15·4	»	20	200	308·0	1460·4	2·9	0·273		* 6·879	
34·8	17·4	»	20	220	348·0	1808·4	4·9	0·690		6·782	
											35 . . . . 6·781
37·4	18·7	»	8	228	149·6	1958·0	6·2	1·028		6 747	
											40 . . . . 6·702
40·6	20·3	»	8	236	162 4	2120 4	7 8	1·499		6 687	
47·856	»	23·928	»	236	»	2120·4	11·428	2·729			
50·0	»	25·0	»	236	»	2120·4	12·5	3·125		»	50 . . . . * 6·397
60·0	»	30·0	»	236	»	2120·4	17·5	5 104		»	60 . . . . * 5·957
70·0	»	35·0	»	236	»	2120·4	22·5	7 232		»	70 . . . . * 5·590
76·428	»	38·214	»	236	»	2120·4	25·714	8 652			

(32) . . . Train extra-lourd. Charges équivalentes pour moments de flexion.

$l_n = 2a_n$	Abscisse a_n de gauche.	Abscisse a_n de droite.	P_n	ΣP_n	$a_n P_n$	$\Sigma a_n P_n$	l_w	$\frac{l_w^2}{l}$	Maximum.	Points sing. p	*Exemples.*
			Essieu F sur le milieu.								
0·0	0·0	0·0	20	20	0·0	0·0					
4·0	2·0	2 0	40	60	80·0	80·0	»	»		10·000	
											4·2 . . 10·430
6·6	3·3	»	8	68	26·4	106·4	»	»		*10·836	4·6 . . 10·964
											4·8 . . 11·111
9·8	4·9	»	8	76	39·2	145·6	»	»		* 9·446	5·0 . . *11·200
											5·2 . . *11·243
10·4	»	5 2	14	90	72·8	218·4	»	»		* 9·231	5·4 . . *11·248
											5·6 . . *11·225
14·0	»	7·0	14	104	98·0	316·4	»	»		* 8 400	6 0 . . *11·111
											6·6 . . *10 836
17·2	»	8·6	14	118	120·4	436·8	»	»		7·815	7·0 . . *10·743
											7·5 . . *10·567
17·6	8·8	»	14	132	123 2	560·0	»	»		7 769	8·0 . . *10 350
											8 5 . . 10 109
20·8	10·4	»	14	146	145·6	705·6	»	»		* 7·515	9 0 . . * 9·857
											9·5 . . * 9·600
21·0	»	10 5	Origine du train de wagons.				»	»		* 7 505	10 0 . . * 9·376
											15·0 . . * 8 242
24·4	12·2	»	14	160	170·8	876·4	1·7	0·118		* 7·254	20·0 . . * 7·600
											30 . . * 6·898
30 8	15·4	»	20	180	308·0	1184·4	4·9	0·780		6·836	
34·8	17·4	»	20	200	348·0	1532·4	6·9	1·368		6·653	
											35 . . . 6·649
38·8	19·4	»	20	220	388·0	1920·4	8·9	2·041		6·532	
											40 . . . 6·515
41·4	20·7	»	8	228	165·6	2086·0	10·2	2·513		6 486	
44·6	22 3	»	8	236	178·4	2264·4	11·8	3·122		6·422	
72·428	»	36·214	»	236	»	2264·4	25·714	9·129			
80·0	»	40 0	»	236	»	2264·4	29·5	10·878		»	80 . . . * 5·246
											90 . . . * 4·949
100·0	»	50·0	»	236	»	2264·4	39·5	15·603		»	100 . . . * 4·688
101·0	»	50·5	»	236	»	2264·4	40·0	15·842			
			Essieu G sur le milieu.								
		8·5	Origine du train de wagons.								
80 0	»	40·0	»	236	»	2488·4	31·5	12·403		»	80 . . . 5·213
90·0	»	45·0	»	236	»	2488·4	36·5	14·803		»	90 . . . 4·937
100·0	»	50·0	»	236	»	2488·4	41·5	17·223		»	100 . . . * 4·689
108·572	»	54·286	»	236	»	2488·4	45·786	»			
			Essieu H sur le milieu.								
		5·3	Origine du train de wagons.								
108·572	»	54·286	»	236	»	2974 8	48·986				
110·0	»	55·0	»	236	»	2974·8	49·7	22·455		»	110 . . . * 4·451
120 0	»	60 0	»	236	»	2974·8	54·7	24 934		»	120 . . . * 4·271
128·572	»	64·286	»	236	»	2974·8	58 986	»			
			Essieu I sur le milieu.								
		3·5	Origine du train de wagons.								
128 572	»	64·286	»	236	»	3298·8	60·786				
130·0	»	65 0	»	236	»	3298·8	61·5	29·094		»	130 . . . * 4·103
140·0	»	70·0	»	236	»	3298·8	66·5	31·587		»	140 . . . * 3·962
148·572	»	74·286	»	236	»	3298 8	70 786	»			
			Essieu K sur le milieu.								
		1·9	Origine du train de wagons.								
148 572	»	74 286	»	236	»	3631·6	72·386				
150·0	»	75·0	»	236	»	3631·6	73·1	35·624		»	150 . . . * 3·831
160·0	»	80·0	»	236	»	3631·6	78·1	38·123		»	160 . . . * 3 717
168·572	»	84 286	»	236	»	3631·6	82·386	»			

*

(40) . . . Train extra-lourd. Charges équivalentes par efforts tranchants.

Abscisse l_n	Charges P_n	Charges ΣP_n	$l_n P_n$	$\Sigma l_n P_n$	l_w	$\frac{l_w^2}{2l}$	Maximum.	Points sing. p'	*Exemples.*
			Essieu N sur l'appui.						
0·0	20	20	0·0	0·0					1·0 . . . . . 40·000
1·3	8	28	10·4	10·4	»	»		30·769	1·5 . . . . . 28·000
									2·0 . . . . . 22·500
2·9	8	36	23·2	33·6	»	»		16·837	2·5 . . . . . 19·072
									5·0 . . . . . 11·712
6·8	14	50	95·2	128·8	»	»		9·135	
			Essieu N sur l'appui.						
0·0	20	20	0·0	0·0	»	»		»	1·0 . . . . . 40·000
									1·5 . . . . . 26·667
2·0	20	40	40·0	40 0	-	-		20·000	2·0 . . . . . 20·000
									2·5 . . . . . 19·200
4·0	20	60	80·0	120·0	-	»		15·000	3·0 . . . . . 17·778
									5·0 . . . . . 14·400
7·2	14	74	100·8	220·8	»	»		12·037	5·5 . . . . . 13·385
									6·0 . . . . . 13·333
9 0	14	88	126·0	346·8	»	»		10·993	8·0 . . . . . 11·600
									10 . . . . . 10·664
10·6	14	102	148·4	495 2	»	»		10·431	
									12 . . . . . 10·122
14·5	8	110	116·0	611·2	»	»		9·358	
									15 . . . . . 9·234
16·1	8	118	128·8	740·0	»	»		8·949	
17·4	20	138	348 0	1088·0	»	»		8·675	
									18 . . . . . 8·617
19 4	20	158	388 0	1476·0	»	»		8·445	
									20 . . . . . 8·420
21·4	20	178	428·0	1904·0	»	»		8·320	
24·6	14	192	344·4	2248·4	»	»		8·179	
									25 . . . . . 8·165
26·4	14	206	369·6	2618·0	»	»		8·093	
28·0	14	220	392·0	3010·0	»	»		8·026	
29·9	Origine du train de wagons.				»	»		7 982	
40	»	220	»	3010·0	10 1	1·275		»	30 . . . . . 7·978
									40 . . . . . 7·416
50	»	220	»	3010 0	20·1	4·040		»	50 . . . . . 6·944
60	»	220	»	3010·0	30·1	7·550		»	60 . . . . . 6·366
80	»	220	»	3010·0	50·1	15·638		»	80 . . . . . 5·658
120	»	220	»	3010 0	90·1	33·825		»	120 . . . . . 4·827
160	»	220	»	3010·0	130·1	52·894			
			Essieu L sur l'appui.						
22·3	20	174	446·0	1947·0	»	»		7·775	
24 3	20	194	456·0	2433·0	»	»		7·726	
									25 . . . . . 7·734
27·5	14	208	385·0	2818·0	»	»		7·675	
29·3	14	222	410·2	3228·2	»	»		7·633	
									30 . . . . . 7·626
30·9	14	236	432·6	3660·8	»	»		7·607	
32·8	Origine du train de wagons.				»	»		7 585	
40·0	»	236	»	3660·8	7·2	0·648		»	40 . . . . . 7·315
50·0	»	236	»	3660 8	17·2	2·958		»	50 . . . . . 6·843
60·0	»	236	»	3660·8	27·2	6·165		»	60 . . . . . 6·408
70·0	»	236	»	3660·8	37·2	9·885		»	70 . . . . . 6·039
80 0	»	236	»	3660·8	47·2	13·918		»	80 . . . . . 5.730
90·0	»	236	»	3660 8	57·2	18·177		»	90 . . . . . 5·472
100·0	»	236	»	3660 8	67·2	22·579		»	100 . . . . . 5·252
110·0	»	236	»	3660·8	77·2	27·090		»	110 . . . . . 5·065
120·0	»	236	»	3660·8	87·2	31·683		»	120 . . . . . 4·903
130·0	»	236	»	3660·8	97·2	36·338		»	130 . . . . . 4·763
140·0	»	236	»	3660·8	107·2	41·042		»	140 . . . . . 4·640
150·0	»	236	»	3660·8	117·2	45·786		»	150 . . . . . 4·531
160·0	»	236	»	3660 8	127·2	50·562		»	160 . . . . . 4·434

et tableaux qui suivent par :

charge uniforme équivalente cherchée par mètre de voie,
portée du pont,
charges en action sur le pont,
urs distances respectives à l'appui de droite.

odes ordinaires (¹) :

$$2 - 2\,\frac{l_1P_1 + l_2P_2 + \dots l_nP_n}{l^2} = \frac{2}{l}\left(\Sigma P_n - \frac{\Sigma l_n P_n}{l}\right)$$

nde analogie avec la formule (22), établie pour les être utilisée de la même manière.

ou d'avant d'un train de surcharge déterminé, reste placé nt, et que la portée l croisse d'une manière continue, alors e varieront qu'à chaque fois qu'un nouvel essieu apparaîtra On pourra donc dresser à l'avance un barème des valeurs portées correspondantes (²), et ce barème permettra ensuite moyen de la formule (34) pour une portée l quelconque en s seulement, car on utilisera les Σ qui dans le barème corres- médiatement inférieure $l_n \overline{\overline{<}}\, l$.

urs de p' obtenu (³) en réunissant toutes les valeurs de p' ainsi ntour enveloppe cherché, donnant graphiquement les plus la charge par mètre équivalente quant à l'effort tranchant leurs que l'on peut obtenir aussi numériquement à l'aide de

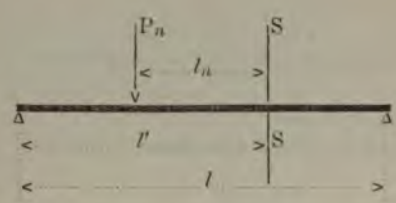
concernant les efforts tranchants et qui ont servi de base aux pres- ionnance autrichienne, ont été effectués à l'aide des procédés indi- nous allons faire voir que les résultats obtenus sont applicables tranchants provoqués sur une section quelconque du pont, confor- ncipe des longueurs surchargées.

(¹) On aurait pour la force unique P_n un effort tranchant évalué sur l'appui de droite

$$(35) \quad \dots\dots \quad V_l = \Sigma\,\frac{l - l_n}{l}\,P_n = \frac{1}{2}\,p'l$$

(²) En opérant comme pour les moments, par voie d'addition principalement pour les apparitions d'essieux.

p' comme ordonnée et l comme abscisse, et la tête du train sur l'appui.



Considérons une section quelconque SS du pont; supposons un des trains de surcharge mentionnés précédemment, placé de façon que le premier essieu se trouve au-dessus de la section considérée et laisse la partie de droite non chargée, de manière que l'effort tranchant en SS soit maximum. Désignons par :

(36)
- p' . . . . . la charge uniforme par mètre cherchée équivalente en S S;
- l . . . . . la portée du pont que l'on considère;
- l' . . . . . la partie de cette portée à gauche de S S;
- $P_1\ P_2 \ldots P_n$ . . . . . les diverses charges d'essieux agissant à gauche de S S;
- $l_1\ l_2 \ldots l_n$ . . . . . leurs distances respectives à la section S S;
- $V_{l'}$ . . . . . l'effort tranchant produit sur la section. On trouve alors :

$$(37) \ldots \quad V_{l'} = \Sigma \frac{l' - l_n}{l} P_n = \frac{1}{2} \frac{p' l'^2}{l} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad p' = \frac{2}{l'}\left(\Sigma P_n - \frac{\Sigma l_n P_n}{l'}\right)$$

Le dénominateur l a disparu et la formule ainsi obtenue, donnant p' pour la section quelconque SS, ne diffère de la formule analogue (34) donnant p' sur l'appui de droite, qu'en ce que l' est venu remplacer ici la portée l. La formule (34) ne représente donc qu'un cas particulier de la formule (37) pour lequel $l' = l$ et l'on reconnaît plus généralement que :

La charge uniforme p' par mètre équivalente à un train donné, quant à l'effort tranchant sur une section SS d'un pont de portée quelconque, ne dépend que de la longueur l' surchargée, comprise entre la section et l'un ou l'autre des appuis, suivant le sens de l'effort cherché. Ce principe général justifie sans autres commentaires ce que nous avons dit au chapitre III de l'échelle **b**.

Inversement, la valeur de p' calculée pour une section intermédiaire quelconque d'un pont, située à une distance l' de l'appui du côté duquel arrive la charge, devra être exactement égale à la valeur de p' calculée pour un appui d'un pont de portée l'. Il suffisait, d'après cela, de calculer les charges destinées à l'échelle **b** de l'ordonnance, en ne considérant que l'effort tranchant maximum obtenu sur un appui pour toutes les portées, quitte à prescrire ensuite ces valeurs de p' d'après le nouveau principe des longueurs surchargées.

Pour le calcul des efforts tranchants dans chaque pont en particulier, d'après la formule :

$$(38) \ldots \ldots \ldots \ldots \quad V_{l'} = \frac{1}{l} \cdot \frac{p' l'^2}{2} = \frac{p'}{2l} \cdot l'^2$$

le nouveau principe adopté en Autriche offre encore l'avantage de simplifier les calculs. On peut, en effet, dresser, une fois pour toutes, une table des moments

tournants $\frac{1}{2} p'l'^2$ pour toutes les longueurs l' en général. Pour obtenir les efforts tranchants dans un pont donné, il suffira de diviser par la portée du pont les valeurs des moments donnés par cette table.

Dans le cas où derrière les locomotives et tenders il se trouve un train de wagons de longueur l_w sur le pont et pesant p_w par mètre courant, il résulte des formules (34), (38) que l'on aura généralement :

$$(39) \ldots\ldots\ldots\ldots \quad p' = \frac{2}{l}\left[\Sigma P_n - \frac{\Sigma l_n P^n}{l} + p_w \frac{l_w^2}{2l}\right]$$

En traitant la question des surcharges au chapitre III, nous avons montré tout le parti que l'on peut encore tirer de l'échelle **b** pour d'autres systèmes de construction. Dans le cas actuel du *train extra-lourd*, il se présente une difficulté de plus. La locomotive de tête dans notre barème (30) a, au devant des essieux lourds, deux essieux porteurs de 8 tonnes chacun. En désignant par L, M, N les trois premiers essieux, on ne peut pas affirmer à priori que c'est toujours L qu'il faut placer sur la section du pont ou sur l'appui où l'on veut avoir le plus grand effort tranchant. Il faudrait même théoriquement essayer les trois essieux pour les diverses portées. Nous avons fait les calculs complets pour les essieux L et N. On trouve qu'il faut considérer l'essieu N jusqu'à 50 mètres de portée environ, tandis que pour des portées plus grandes, c'est l'essieu L qu'il faut prendre. Pour les portées très petites, il faut considérer les cas où la locomotive est tournée dans un sens ou dans l'autre par rapport à l'appui considéré. Nous n'avons pas fait les calculs pour l'essieu M, car les résultats que l'on obtiendrait ainsi seraient compris dans ceux que nous avons trouvés.

A la vérité, si l'on veut appliquer l'échelle **b** des charges p' établie, comme nous venons de le dire, au calcul des efforts tranchants sur des sections quelconques entre les appuis, on introduit un léger excès de sécurité dans ces calculs, car l'essieu N étant sur la section, il faudrait faire une déduction pour chaque essieu porteur placé à l'avant. Nous sommes d'avis qu'il n'y a pas lieu de chercher au delà. Puisque l'emploi de l'échelle **b**, telle qu'elle, couvre tous les effets du train et, qu'entre les valeurs de l'échelle, qu'on est forcé d'arrondir convenablement, et les effets des trains il y aura toujours quelques petites différences inévitables, cette échelle conviendra toujours.

En faisant les calculs pour les essieux L et N, il faut dans notre barème considérer les sommes d'abscisses et de charges qui sont établies pour les essieux C et E vers la gauche, après les avoir prolongées pour une deuxième locomotive.

On trouvera (40) le tableau complet des Σ permettant de calculer p' pour autant de valeurs de l que l'on veut. Nous y avons cité suffisamment d'exemples pour le tracé des contours cherchés.

IV. — Fabrication du fer et de l'acier; qualités requises pour les ponts métalliques.

L'histoire du développement des constructions métalliques est intimement liée à celle des grands progrès obtenus successivement dans les procédés de fabrication. La possibilité de se procurer à prix modéré et en un temps limité de grandes masses de fer et d'acier, entraîne avec elle tout naturellement la grande facilité de franchir de grandes ouvertures au moyen de travées métalliques, et puisque l'art de construire celles-ci nous est venu d'Angleterre, il paraîtra logique que nous ayons trouvé également dans ce pays les inventions les plus importantes, constituant les étapes historiques dans la métallurgie du fer.

1° *Fabrication du fer soudé et fondu* (1).

Depuis la disparition des anciens procédés d'affinage au bois, le seul fer que les ingénieurs aient eu à leur disposition jusqu'à une époque récente, est le fer obtenu au moyen du puddlage de la fonte, cinglé ensuite au marteau-pilon et profilé au

(1) Les *Annales des ponts et chaussées* (décembre 1886, p. 72) mentionnent une nomenclature internationale des fers de diverses natures qui est citée aussi dans le tome V de l'*Encyclopédie chimique* (article de M. Bresson sur les aciers). Cette nomenclature, établie en 1876 par la Commission internationale de Philadelphie, a été adoptée par l'assemblée générale des délégués de l'Association des chemins de fer allemands, réunis à Hambourg en 1878 (1er et 2 août).

Elle se résume ainsi :

a) *Fer soudé, schweisseisen, weld iron, wälljern*, fabriqué en réunissant par voie de soudure des masses pâteuses, chauffées au rouge blanc, préalablement obtenues à l'aide de paquets ou de tout autre procédé, non susceptible d'être trempé;

b) *Acier soudé, schweissstahl, weld steel, wällstal*, fabriqué comme *a* et susceptible d'être trempé;

c) *Fer fondu, flusseisen, ingot iron, götjern*, fabriqué par voie de fusion et à peine susceptible d'être trempé;

d) *Acier fondu, flussstahl, ingot steel, götstal*, fabriqué comme *c* et susceptible d'être trempé.

En outre de cette classification excellente, qu'il serait très désirable de voir adopter, il faudrait pourtant ajouter encore bien des conditions pour préciser une qualité de fer donnée (*Zeitschrift des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen*, n° 62 du 12 août 1878, p. 851 et 858). Le gouvernement prussien a étendu, il y a quelques années, cette nomenclature à tous les termes qui s'y rapportent dans le commerce. En France et en Angleterre, on ne paraît l'avoir suivie que partiellement, mais le Congrès s'y étant conformé dans les sessions précédentes, nous devons la maintenir ici.

laminoir. C'est ce que l'on a appelé pendant longtemps fer puddlé, fer forgé (*Schweisseisen*) ou fer soudé.

Ce fer n'a baissé de prix que successivement, à mesure qu'on sut augmenter les charges et donner du développement aux procédés de laminage. L'invention de sir Henry Bessemer apporta, il y a bientôt une trentaine d'années, une véritable révolution dans la métallurgie de toute l'Europe. Les convertisseurs Bessemer ont jeté sur le marché une nouvelle sorte de fer, obtenu par la voie de la fusion et ayant en partie les propriétés de l'acier. Ce métal possède, lorsqu'on en choisit les qualités les plus douces, c'est-à-dire les moins carburées, des propriétés qui se rapprochent beaucoup de celles de fers puddlés de bonne qualité. Le procédé Bessemer a été perfectionné par le garnissage basique des cornues, qui permet de déphosphorer la masse en fusion. Ce procédé, connu sous le nom de procédé Thomas Gilchrist ou procédé basique, permet d'obtenir avec des minerais médiocres, tels que ceux de la Bohême ou de la Lorraine, un métal qui, dans les qualités douces, ne le cède en rien aux produits obtenus avec les meilleurs minerais d'Espagne ou de Styrie. Il donne toutefois moins de garantie que le procédé Martin-Siemens, qui consiste à chauffer dans un four à réverbère (1), au moyen d'un courant de gaz, surchauffé au régénérateur Siemens, un bain de fonte dans lequel on introduit successivement des quantités de fer mesurées de manière à réduire la carburation à une proportion déterminée (2). Le principal avantage du procédé Martin-Siemens, au point de vue de la qualité des produits, est la lenteur de l'opération, qui peut être continuée jusqu'à ce que les éprouvettes prises dans le bain liquide permettent de reconnaître que la qualité cherchée est exactement obtenue.

2° *Le fer soudé (fer puddlé Schweisseisen).*

On a admis, généralement, que les deux caractères les plus sûrs pour reconnaître les qualités du métal sont la *résistance à la rupture et l'allongement* mesuré dans le sens du laminage. La résistance à la rupture a été prévue en Autriche, avec une limite inférieure de 3,300 à 3,600 kilogrammes par centimètre carré, de façon à ne pas exclure les excellents fers doux de Styrie. La prescription complémentaire qui fixe des allongements variant de 20 à 12 p. c., selon la résistance à la rupture, a

(1) On peut employer le garnissage basique avec le four Martin-Siemens comme avec le convertisseur Bessemer.

(2) On peut, au lieu de fer, ajouter du minerai; ce dernier procédé est appliqué sur une grande échelle en Angleterre.

pour objet d'éviter l'emploi des fers de mauvaise qualité et concerne surtout les fers importés de l'étranger en Autriche, qui sont généralement plus aigres. Les éprouvettes types prescrites (5 centimètres carrés de section et 20 centimètres d'écartement entre repères) répondent à l'usage établi dans la plupart des usines de l'Europe centrale. Ces prescriptions assez larges déterminent, au point de vue spécial du service de la surveillance des chemins de fer par l'État, le minimum des conditions à remplir. C'est aux Administrations de chemins de fer qu'il appartient de s'assurer des garanties plus complètes en inscrivant dans leurs cahiers des charges des conditions spéciales (résistance dans le sens transversal, résistance à la flexion et au martelage), suivant la qualité et la provenance du fer commandé.

La plupart des fers du commerce ne sont laminés que dans un seul sens ; certaines tôles doivent toutefois être laminées successivement dans les deux sens.

3° *Le fer fondu (Flusseisen).*

Le fer fondu (ou acier Bessemer doux) n'a été admis que peu à peu dans les ponts métalliques. Le rapporteur se souvient qu'ayant visité les bureaux des ingénieurs sir J. Fowler et B. Baker, à Londres, en 1882, il fut quelque peu étonné des décisions déjà prises alors de construire en métal fondu le viaduc sur le Firth of Forth. Ce métal avait été presque abandonné en Autriche, après quelques essais faits de 1879 à 1881, qui n'ont pas paru encourageants. Le fer fondu, employé dans les ponts où il a été essayé, devait avoir une résistance à la rupture de 45 kilogrammes par millimètre carré, avec une striction de 45 p. c. (La formule usitée à cette époque prescrivait d'une manière plus générale que la somme des nombres représentant la résistance à la rupture et la striction devait être égale à 90.) Les cahiers des charges étaient très sévères et les usines n'étaient pas arrivées encore à une fabrication très régulière, car il y eut beaucoup de refus des fers présentés à la réception. Un accident arrivé au pont sur la Talfer (de 31 mètres de portée), dans lequel plusieurs pièces ont été rompues par le choc d'un wagon vide déraillé, et des accidents plus récents encore, semblaient confirmer l'impression défavorable causée en Allemagne par des expériences comparatives faites à l'usine Harkort de Duisbourg, sur des poutres en fer et en acier, ils ont amené momentanément en Autriche l'abandon du métal fondu. Toutefois, on a recommencé bientôt à construire quelques ponts avec ce métal, tel qu'il provient des fours Martin-Siemens.

En Allemagne, l'industrie des fers fondus et aciers était plus avancée qu'en Autriche à la même époque; elle l'était même plus qu'en France à certains points de

vue. Ainsi, tandis que dans ce dernier pays on avait vers 1880 momentanément abandonné l'emploi des tôles en fer fondu pour chaudières, celui-ci était déjà assez répandu sur certains réseaux d'Allemagne en 1881.

C'est à la marine française que l'on doit les grands progrès réalisés en France dans l'emploi du métal fondu pour les constructions; son succès, qui a été complet, est dû à deux causes : elle a cherché dans ce métal du fer de qualité supérieure et non de l'acier, et elle a exigé des usines auxquelles elle a confié sa fabrication une homogénéité absolue dans les fournitures. Ses exigences sous ce dernier rapport ont certainement rendu à la métallurgie un service considérable; les usines françaises sont aujourd'hui en mesure de fabriquer, même au convertisseur, du fer fondu dont la résistance ne s'écarte pas de plus de 2 kilogrammes en plus ou en moins du type qu'elles se proposent de produire et dont l'allongement, pour une résistance donnée, est presque constant. Les ingénieurs de la marine française considèrent que, pour les constructions navales, le fer fondu (qu'ils désignent sous le nom d'acier) est préférable au fer soudé, non seulement au point de vue de l'économie et de la légèreté, mais au point de vue de la résistance aux chocs.

Le succès obtenu dans la construction des navires exposés à des chocs violents et à des déformations incessantes, ne pouvait manquer dans la construction des ponts, à la condition qu'on y employât la même qualité de métal et qu'on s'astreignît aux mêmes précautions; c'est d'ailleurs, avec l'outillage actuel des usines, uniquement une question de soin.

Comme pour le fer soudé, le meilleur moyen de constater la qualité du fer fondu consiste dans la mesure de la résistance à la traction et de l'allongement [1]; mais ces mesures acquièrent ici une importance beaucoup plus grande, parce qu'elles permettent seules de se rendre compte de la nature du métal et de son homogénéité. En effet, tandis que les différentes qualités de fers puddlés produites par la même usine ne présentent entre elles que des écarts de résistance et d'allongement relativement peu considérables, on peut avec le même minerai produire dans le convertisseur Bessemer et même dans le four Martin-Siemens toutes les variétés de métal fondu, depuis le fer doux presque pur jusqu'à l'acier dur; la même coulée peut même fournir des lingots de duretés différentes et les lingots eux-mêmes ne sont homogènes que si la coulée a été faite avec certaines précautions. On ne connaît

[1] Il serait utile de déterminer aussi la limite d'élasticité; on a reculé jusqu'à présent devant l'incertitude qu'offre cette mesure, qui est très délicate lorsqu'elle est effectuée par les procédés ordinaires. C'est donc, en général, la résistance à la rupture, l'allongement et la striction (contraction de la section rompue) dont il est question dans les cahiers des charges.

donc, en réalité, la qualité du fer fondu ou de l'acier que par les essais auxquels on le soumet; mais ces essais ne peuvent être considérés comme concluants que s'ils fournissent la preuve que les fers présentés à la réception satisfont d'une manière générale aux conditions posées. On ne peut, en effet, essayer les pièces mêmes qu'on emploie, et il serait presque impossible d'essayer des échantillons détachés de toutes les barres dans lesquelles sont découpées ces pièces. Le refus des lots sur lesquels ont été prélevées les éprouvettes qui ont donné des résultats défectueux, ne garantit donc contre l'emploi de barres de même qualité que si on peut avoir l'assurance que les lots sont homogènes. Or, il est facile de se rendre compte que, non seulement l'emploi d'acier dur au lieu de fer fondu introduit dans l'ouvrage un élément de fragilité, mais que la juxtaposition dans une même pièce d'éléments non homogènes a pour effet de diminuer sa résistance dans une proportion souvent très forte (1). Pour s'en rendre compte, il suffit de reporter sur une même épure les courbes représentant les résistances des divers aciers en prenant pour abscisses les allongements et pour ordonnées les efforts de résistance des barres de qualités différentes. Si on suppose ces barres de section égale, assemblées de manière qu'elles ne puissent s'allonger indépendamment les unes des autres, comme les tôles des bandes d'une poutre à double T, par exemple, on voit que, pour chaque valeur de l'allongement, la résistance de l'ensemble sera environ la somme des ordonnées des courbes, mesurées pour l'abscisse correspondante. Au moment de la rupture de la barre la plus dure, les autres barres pourront, si la différence des coefficients d'allongement est grande, être encore assez éloignées de l'effort qui correspond à leur résistance de rupture.

C'est à des effets de même nature se produisant dans une barre elle-même et aux tensions moléculaires résultant d'une trempe irrégulière ou d'efforts mécaniques qu'il faut attribuer dans la plupart des cas la fragilité si souvent reprochée à

(1) C'est à des effets de cette nature qu'il faut très probablement attribuer les résultats défavorables à l'acier donnés par les essais comparatifs faits en 1877, à la demande des ingénieurs hollandais, par l'usine Harkort, à Duisbourg.

Les résultats d'essai sur l'allongement ne sont comparables que si les éprouvettes ont des dimensions identiques ou géométriquement semblables. En France, on emploie ordinairement, pour mesurer le rapport de la longueur à la section, les deux formules : $l^2 = 80$ S et $l^2 = 50$ S. Les conditions fixées en Autriche satisfont à la première de ces deux formules, où la longueur l et la section S sont évaluées en centimètres. Les éprouvettes cylindriques correspondantes ont 8 diamètres pour longueur.

En Allemagne, le professeur Bauschinger a préconisé des éprouvettes ayant 10 diamètres comme longueur; elles sont répandues auprès de quelques Administrations de chemins de fer

l'acier [1]. Ces efforts ne se produisent pas dans le fer fondu, au moins dans des proportions notables, lorsque la résistance de celui-ci est inférieur à 45 kilogrammes, parce qu'il est très peu sensible aux effets de la trempe et que sa malléabilité rend peu appréciables les conséquences des efforts mécaniques; aussi est-ce au-dessous de cette limite ou pour le moins au-dessous de 50 kilogrammes que les constructeurs ont été jusqu'ici d'accord pour fixer la résistance du fer fondu à employer dans les ponts. Il existe, toutefois, à ce sujet, de légers écarts d'appréciation; tandis que les uns, s'attachant avant tout à éviter les effets de la trempe, limitent le maximum de résistance à 44 ou 45 kilogrammes [2], les autres, cherchant à élever la résistance et la limite d'élasticité autant que le permet la prudence, préfèrent un métal un peu moins doux, dont la résistance peut aller jusqu'à 50 kilogrammes [3]; on a même admis pour le pont du Forth, mais seulement pour les pièces travaillant à la compression, la limite de 58 kilogrammes. L'allongement varie environ en raison inverse des résistances; il convient de l'exiger aussi grand qu'une fabrication normale permet de l'obtenir; on peut admettre que l'allongement, mesuré sur des éprouvettes de 200 millimètres de longueur et de 500 millimètres carrés de section, doit être d'au moins 24 p. c. pour une résistance de 42 kilogrammes et d'au moins 20 p. c. pour une résistance de 50 kilogrammes.

On ne peut indiquer d'une manière générale quelle est la qualité dont l'emploi est préférable. Pour les grands ouvrages, dans lesquels il importe de pouvoir élever le

(1) Contrairement à une opinion encore répandue, la teneur en carbone ne permet pas, à elle seule, de se rendre compte, même approximativement, de la dureté de l'acier ou du fer fondu. Celle-ci dépend, en effet, d'autres éléments (manganèse, phosphore, silicium, etc.) qui y sont toujours associés dans une proportion plus ou moins grande. Le manganèse, notamment, y est introduit par la fabrication même dans les procédés Bessemer et Thomas-Gilchrist, où il est indispensable.

(2) Lorsque la garniture du convertisseur est basique, on ne peut produire de l'acier très dur, mais la résistance du métal peut encore varier couramment de 40 à 60 kilogrammes et même davantage. On se rendra compte des écarts énormes qui peuvent se présenter dans la nature et dans la qualité du métal fondu par le fait suivant :

Pour la construction du pont d'Arnhem, construit en 1876, les ingénieurs hollandais avaient prévu l'emploi d'acier offrant une résistance minimum de 60 kilogrammes et un allongement minimum de 17 p. c. La résistance des barres soumises à la réception a varié de 50 à 78 kilogrammes et leur allongement de 5.1 à 22.5 p. c. La proportion des refus a été de 40 p. c. Pour le pont de Nimègue, construit vers la même époque, la résistance a varié de 56 à 71 kilogrammes et l'allongement de 4 à 27 p. c.; il y a eu 49 p. c. de refus.

(3) Dans les usines les plus réputées pour la qualité de leurs aciers, la qualité du métal fourni par chaque coulée est déterminée non seulement par des essais mécaniques, mais par une analyse chimique, alors même qu'aucune épreuve n'est exigée par les acheteurs.

coefficient de travail du métal pour réduire les poids et qui comportent une surveillance très complète, il y a évidemment tout intérêt à employer du fer fondu aussi résistant que possible; pour les ouvrages de faible portée, dans lesquels le coefficient de travail influe moins sur le poids, et l'exécution se prête moins à une surveillance minutieuse, il sera, en général, préférable d'employer un métal plus doux.

L'emploi du fer fondu dans les ponts exige des précautions particulières; il faut aléser les trous de rivets au lieu de les poinçonner, ou, ce qui est plus simple, percer les trous à un diamètre inférieur de 2 à 3 millimètres au diamètre définitif et les aléser ensuite; il faut également éviter de cisailler les barres et de brocher les trous. Encore, ces précautions ne sont-elles réellement indispensables que lorsque la résistance dépasse 45 kilogrammes.

En résumé, il résulte de tous les renseignements que nous avons recueillis et dont une large part nous a été fournie par notre éminent collègue et ancien collaborateur, M. Charles Bricka [1], que dans presque toute l'Europe les coefficients de rupture et d'allongement admis de fait pour le fer fondu, à employer dans les ponts métalliques, ne diffèrent pas beaucoup de ceux admis par le Congrès lors de la troisième session à Paris, en 1889 [2]; on a, toutefois, à tort ou à raison, fait beaucoup varier l'étendue de l'intervalle dans lequel doit être compris chaque coefficient, tout en voulant souvent surélever les valeurs prescrites, en sorte qu'en réalité les conditions imposées paraissent être extrêmement variables.

Tableau graphique des coefficients de rupture et d'allongement.

Dans le cours de l'année 1891, on s'est beaucoup occupé en Autriche d'unifier et d'améliorer les conditions de réception pour les fers fondus doux à employer dans les ouvrages métalliques, dans le but d'obtenir un métal aussi homogène que possible pour chaque ouvrage. En Allemagne, un mouvement analogue s'était produit parmi les ingénieurs des ponts. Mais l'Association des ingénieurs métallurgistes, dans sa réunion de 1890, à Düsseldorf [3], vota une série de résolutions d'après lesquelles le fer fondu pour les ponts devrait avoir un allongement de 20 p. c., la résistance à la rupture variant de 35 à 45 kilogrammes. Ces stipulations firent quelque temps [illegible] en Allemagne, où l'on ne put exiger des fournisseurs plus de 20 p. c.

[illegible] de l'exploitation des chemins de fer de l'État français, professeur à l'École [illegible]

[illegible] de 24 à 22 p. c. pour 40 à 45 kilogrammes de limite de rupture.

[illegible] *von Eisen und Stahl, aufgestellt vom Vereine deutscher* [illegible] Düsseldorf, 1890.

d'allongement pour aucune qualité de fer fondu doux; on citait à ce sujet ce qui se passait en Angleterre, où le Board of Trade n'en demandait pas davantage. Aussi les usiniers de l'Autriche décidèrent d'un commun accord qu'ils n'accepteraient aucun cahier des charges exigeant plus de 20 p. c. d'allongement, et même l'Association des ingénieurs et architectes de l'Autriche, qui s'occupa de cette affaire pendant un certain temps, ne put obtenir aucune nouvelle concession de la part des usines.

En 1891, le Ministère du Commerce reconnut la nécessité d'établir des règles obligatoires sur les conditions d'admission à imposer aux fournisseurs, pour les fers fondus (*Flusseisen*) à admettre dans la construction des ponts métalliques. A cette occasion, le rapporteur, qui était aussi rapporteur de la commission d'enquête nommée par le ministère, a dû s'occuper de collectionner tous les cahiers des charges usités alors, ainsi que les prescriptions émises par les gouvernements de certains pays. C'est en faisant voir aux intéressés que dans un grand nombre de cas, notamment en France, en Russie et dans l'Allemagne du Nord [1], les réceptions de fers fondus s'effectuaient avec précision, suivant des cahiers des charges sévères, que l'on est arrivé à s'entendre sur la base de conditions très bien posées, qui sont, du reste, très rapprochées de celles votées par le Congrès dans sa troisième session à Paris, en 1889. L'ordonnance du Ministère du Commerce du 29 janvier 1892 fixa définitivement ces conditions, à savoir : pour une limite de rupture variant de 35 à 45 kilogrammes par millimètre carré, un allongement de 28 à 22 p. c., mesuré sur des éprouvettes de 200 millimètres de longueur ayant 500 millimètres carrés de section environ. Pour le fer fondu extra-doux, destiné aux rivets, on admit, pour une limite de rupture de 35 à 40 kilogrammes, un allongement variant de 32 à 26 p. c.

Dans le courant de l'année 1892, le Ministère du Commerce nomma une commission d'enquête pour unifier les conditions techniques détaillées des cahiers des charges concernant la réception des fers destinés aux ponts métalliques. C'est alors que, sur la base des conditions déjà fixées par l'ordonnance du 29 janvier 1892, et avec le concours de l'Administration des chemins de fer de l'État, des principales administrations de chemins de fer privés et des usines les plus importantes de l'Autriche, on parvint à établir une sorte de cahier des charges-type. Celui-ci contient l'ensemble des conditions techniques pour lesquelles on s'est mis complètement d'accord dans ce sens, que l'on pourra demander plus, mais jamais moins. Nous croyons que notamment en ce qui concerne les épreuves de pliage faites avec barres incisées et barres intactes, d'après des conditions qui dépendent à la fois de

[1] Dans ces trois pays, on avait dès 1888 prescrit un allongement de 25 p. c. qui ne créait aucune difficulté pour les réceptions.

l'épaisseur et de la qualité de dureté des éprouvettes admises, les stipulations établies alors, sur la base de nombreuses expériences, ne manquent pas d'intérêt pour nos collègues d'autres nationalités. Nous avons donc placé ce cahier des charges-type en annexe à notre rapport. Nous y ajoutons aussi un tableau graphique (planche II) que nous avons dressé dans le but de comparer les conditions de rupture et d'allongement prescrites pour les fers fondus et aciers, dans les divers cahiers des charges qui nous sont parvenus, et qui nous ont paru caractéristiques [1].

Ce qui frappe à première vue dans notre tableau, ce sont les *hyperboles de qualité* cotées de 7 à 13 que l'on y remarque, comme s'inclinant légèrement vers la droite. La conception de ces courbes repose sur cette remarque des ingénieurs métallurgistes que pour un même fourneau, pour les mêmes matières premières et toutes autres conditions égales d'ailleurs, les métaux de diverses qualités de dureté qu'on y fabrique donnent des allongements qui varient environ en raison inverse des limites de rupture. C'est là un fait déjà cité par notre éminent collaborateur, M. C. Bricka, lors des discussions en section sur cette question à la session de Paris en 1889. Or, admettre cette loi empirique, c'est admettre que pour une même qualité de fabrication les deux fonctions (limite de rupture et allongement), servant de coordonnées dans notre tableau, ont un produit constant. Ceci nous conduit immédiatement à la conception des *hyperboles de qualité* qui figurent dans notre tableau et pour lesquelles le produit constant dont il s'agit reste égal à 7, 8, 9..... 13..., etc. Si l'on parcourt l'ensemble de notre dessin depuis le métal le plus doux à 35 kilogrammes de rupture jusqu'au métal le plus dur du Forth, on est porté à trouver l'idée des courbes de qualité justifiée par les faits constatés. Il semble en devoir résulter que les lignes représentatives horizontales des cahiers des charges devraient être remplacées par des lignes inclinées analogues à celles qui résultent du cahier des charges-type de l'Autriche. On pourrait dire, par exemple : le métal à fournir doit, d'après les limites de rupture et les allongements mesurés, rest

[1] Nous regrettons de n'avoir pu y admettre bon nombre de cahiers des charges importants faute de place, car l'allongement de 20 ou de 25 p. c. se trouve demandé si souvent que les lignes représentatives, en se superposant, ne donneraient que de la confusion dans le tableau. Ainsi d'après une communication de notre collègue M. Werchovsky, le règlement du gouvernement russe du 25 août 1888 prescrit 25 p. c. d'allongement pour 34 à 40 kilogrammes par millimètre carré de rupture. D'après une communication de notre collègue M. Baker, le Board of Trade prescrit d'ordinaire 20 p. c. d'allongement pour 41 à 47 kilogrammes de rupture et ce n'est qu'exceptionnellement qu'il a autorisé l'emploi d'un métal beaucoup plus dur au Firth of Forth, dont les conditions figurent sur la droite de notre tableau. D'après la brochure : *I primi ponti d'acciaio construiti sulle strade ferrate del Mediterraneo* (Roma, 1892), on admet en Italie 25 p. c. d'allongement pour environ 44 kilogrammes de rupture.

compris entre les courbes de qualité nos 9 et 11. On engloberait ainsi à très peu près tous les fers fondus et aciers acceptables de notre tableau, car si en apparence certains cahiers des charges atteignent la courbe n° 12, on peut admettre que le métal livré de fait avec l'allongement voulu, restera généralement au-dessous de la courbe 11 quant à la limite de rupture [1].

Nous sommes d'avis que, peut-être précisément à cause des raisons que nous venons de citer, les lignes représentatives horizontales, usitées jusqu'ici, conviennent très bien lorsqu'il s'agit d'une fourniture spéciale considérée, puisque le jeu disponible vers la droite pour la limite de rupture n'a pas d'inconvénient, tandis que l'allongement minimum exigé d'une manière précise doit assurer, le plus possible, l'homogénéité du métal fourni. Nous croyons donc qu'il ne faut considérer une courbe de qualité que comme le lieu géométrique des extrémités de gauche des lignes représentatives horizontales à prescrire dans chaque cas.

C'est aussi dans ce sens qu'il faut comprendre les lignes représentatives inclinées du cahier des charges-type autrichien ou du vote émis par le Congrès à Paris, en 1889.

Pour terminer, nous croyons devoir attirer l'attention du Congrès sur une question encore en litige. En Autriche, on prescrit à présent que le métal à fournir pour les ponts sera fabriqué au four à réverbère (Flammofen Martin-Siemens, Open hearth process). C'est aussi ce que prescrivent la plupart des ingénieurs anglais. Dans l'Allemagne du Nord et en France, on accepte aussi le métal fabriqué au convertisseur (Thomas-Gilchrist, etc.). Il serait utile que cette question très délicate fût discutée devant le Congrès en 1895.

V. — Limites du travail intérieur a admettre dans le métal.

1° *Théories et formules pour le travail du métal.*

Depuis une trentaine d'années, les ingénieurs des ponts métalliques ont pu se convaincre que l'on ne doit admettre dans les constructions que des qualités de fer

[1] Les lignes représentatives pour le grand pont sur le Danube près de Czernawoda, actuellement en construction, répondent bien au texte du cahier des charges. Mais ces conditions ne sont qu'alternatives et, pour les rivets en particulier, il est probable que sous la forme ordinaire indiquée ici, elles ne seront pas réalisées. Les ingénieurs roumains ont admis, d'autre part, une nouvelle méthode très intéressante pour mesurer l'allongement. On déduit de la longueur normale = 200 millimètres des éprouvettes les 30 millimètres comprenant la striction près de la section rompue et on répartit l'allongement sur la partie restante, en prescrivant naturellement à cet effet des conditions plus douces.

répondant à des conditions déterminées, et que le travail à admettre par unité de surface du métal mis en œuvre, doit être réglé par une limite plus élevée pour les grands ponts que pour les petits, car dans ces derniers les effets dynamiques de la charge mobile et les conséquences des inégalités de structure intérieure dépendant du mode de fabrication, ont une influence beaucoup plus considérable.

C'est seulement sur l'application de ces principes qu'il règne encore parmi les ingénieurs un certain désaccord, qui a été notablement accru par les théories émises depuis quelque temps en Allemagne et dans d'autres pays.

Les conditions accessoires les plus importantes qu'il y a lieu d'étudier pour déterminer les dimensions à donner aux diverses pièces de construction d'après les efforts trouvés par les calculs de résistance, sont à peu près les suivantes :

1° La qualité et la provenance des matériaux de construction;

2° Le mode de fabrication comparé au mode de travail à subir après la mise en œuvre;

3° La surélévation du travail élémentaire par suite de la répartition inégale entre toutes les fibres de la section;

4° La considération des efforts répétés un grand nombre de fois;

5° La considération des efforts alternés (tension et compression) ou plus généralement de l'intervalle dans lequel oscillent les efforts à supporter;

6° La sécurité plus ou moins grande avec laquelle on peut compter sur les calculs de résistance.

Nous avons traité au chapitre IV ce qui concerne la fabrication des fers et aciers, et les qualités requises dans ces matériaux pour les ponts métalliques. La répartition inégale du travail entre les fibres d'une pièce, dont on tient compte maintenant tant pour la flexion que pour l'aboutement et même pour les rivures doit naturellement augmenter le poids des ponts. Mais on a été plus loin et, disons-le de suite, trop loin, en s'occupant outre mesure de la question des efforts répétés et alternés, dont on a tant parlé il y a plus d'une vingtaine d'années.

Les ingénieurs les plus expérimentés ont dressé des formules ou échelles de limites pour le travail maximum à admettre, en faisant croître ce dernier suivant la portée, suivant le rapport de la charge mobile à la charge permanente, etc. Ces formules et échelles de travail admissible n'avaient, jusqu'en 1865 environ, que le caractère de règles purement empiriques et étaient considérées comme une sorte de perfectionnement pratique des limites fixes acceptées et souvent même prescrites par l'Administration.

Les expériences très étendues faites de 1859 à 1870 par Wöhler (1), puis continuées et confirmées par Spangenberg, au sujet de l'influence de la répétition des efforts sur les matériaux, ont fait entrer le calcul des dimensions des sections dans une voie entièrement nouvelle (2).

Les *essais prolongés* (*Dauerversuche*) avaient trait seulement à l'altération que la répétition des efforts fait subir à la *résistance à la rupture;* ils ont conduit à formuler à cet égard des lois que l'on se hâta de mettre sous une forme mathématique. En partant des lois ou fonctions ainsi établies pour les limites de résistance à la rupture seulement, on ne craignit pas d'établir des théories entières se rapportant au travail élémentaire usuel des matériaux, quoique celui-ci demeure *bien au-dessous de la limite d'élasticité* et reste indépendant des lois plus ou moins compliquées déduites de la rupture, d'après lesquelles on a voulu déterminer les dimensions à attribuer aux sections.

De même que vers 1847-1857, après la publication des résultats obtenus par Hodgkinson sur la flexion de la fonte, chaque représentant des théories de résistance s'efforçait d'établir son *système de sections-types non symétriques pour poutres en fonte les plus avantageuses d'après les limites de rupture de Hodgkinson*, de même vers 1870 à 1880, chaque calculateur croyait devoir démontrer numériquement et graphiquement au monde des ingénieurs la supériorité et l'efficacité *de son système spécial d'utiliser les limites de ruptures trouvées par Wöhler, pour en déduire les dimensions des surfaces de section les plus convenables.* Les erreurs commises autrefois et récemment proviennent, au fond, de la même cause. Toutes les conceptions qui dérivent de nos théories de résistance des matériaux concernent des efforts relativement faibles qui n'altèrent point l'élasticité de la matière (3). Nous nous reportons à la limite de rupture pour caractériser en quelque sorte le degré de sécurité qu'offre au point de vue de la rupture la limite admise pour le travail en construction, mais cette comparaison est dans bien des cas peu logique et d'une valeur douteuse, parce que la matière possède dans les deux cas un groupement moléculaire qui est tout autre, *et qu'il ne saurait être admissible de déduire des phénomènes observés près de la rupture, c'est-à-dire pour des efforts tout à fait exclus des*

(1) A. Wöhler, *Sur la résistance du fer et de l'acier.* — Erbkam, *Zeitschrift für Bauwesen*, 1870, p. 74. — Voir aussi les mémoires de Spangenberg, dans le même journal, 1874, p. 474, et 1875, p 77

(2) Voir *Annales des ponts et chaussées*, avril 1885, page 693, le chapitre IV du mémoire de M. Considère sur le fer et l'acier.

(3) Élasticité, comprise comme l'ont admise les praticiens de toute époque, et non pas comme la définissent M. Bauschinger et d'autres expérimentateurs savants.

*

constructions, des formules et théories entières applicables à la recherche des profils de section à admettre, c'est-à-dire à nos théories de la résistance des matériaux qui ne concernent que les efforts très faibles (9 kilogrammes par mm²) respectant l'élasticité de la matière.

On est vite revenu, vers le milieu de ce siècle, aux poutres en fonte à profils de sections symétriques (1) et l'on est, après plus de vingt ans de discussions stériles sur les nouvelles théories, en voie de revenir simplement aux lois connues concernant l'élasticité des matériaux (2), que l'on peut mettre fort bien d'accord avec les règles pratiques mentionnées plus haut, sans sortir des limites assez restreintes imposées aux constructeurs.

Les formules et théories, d'après lesquelles la limite du travail élémentaire à admettre dans tous les cas possibles dépendrait uniquement de l'intervalle dans lequel oscillent les efforts agissant sur une pièce considérée, n'ont jamais été acceptées au Ministère I. R. du commerce à Vienne, où on les trouvait en désaccord avec les principes admis dans les calculs de résistance. Au moment de l'instruction qui a précédé la publication de l'ordonnance autrichienne du 15 septembre 1887, les résultats d'expériences obtenus par le professeur Bauschinger, de Munich, sur les limites d'élasticité des matériaux (3) étaient déjà connus dans leur partie la plus importante; il n'y avait donc plus lieu de discuter sur des méthodes de calcul dont le peu de valeur était manifeste.

Toutefois, comme les formules concernant ces méthodes et connues sous le nom de Wöhler, Gerber, Launhardt, Weyrauch, etc., ont été très répandues et fréquemment appliquées en Allemagne, et sont même en faveur en France auprès de quelques ingénieurs; nous croyons devoir en parler ici en les citant sous la forme la plus usitée dans ces derniers temps (4).

(1) Voir pages 62 à 74 de l'ouvrage déjà cité de Love, puis pages 79 à 111 de l'ouvrage déjà cité de Pirel pour les études concernant les profils non symétriques. — Voir ensuite page 23 de l'ouvrage déjà cité de L. Bresse (édit. 1859), pour le revirement constaté alors en faveur des profils symétriques et reposant sur ce que les coefficients d'élasticité sont à très peu près égaux pour la compression et l'extension.

(2) Voir entre autres un article de MM. Laissle et Schübler, du 4 avril 1885 (*Centralblatt für Bauverwaltung*, n° 14), où ces praticiens bien connus font opposition formelle contre la propagande de Winkler.

(3) Voir *Mittheilungen aus dem techn.-mechan. Laboratorium der k. techn. Hochschule in München*, J. Bauschinger, Th. Ackermann. München, 1886, 13 Heft. — Voir aussi les mémoires insérés en décembre 1886 et en décembre 1887 dans les *Annales des ponts et chaussées*. M. Bauschinger est décédé depuis, très regretté des ingénieurs.

(4) Il serait inexact d'affirmer que les théories et les formules en question se soient vulgarisées

Désignons par :

(41)
- S_{min} . . . . . le plus petit effort en valeur absolue qui incombe à une pièce considérée, et par :
- S_{max} . . . . . le plus grand effort en valeur absolue qui incombe à la même pièce, par :
- i_0 . . . . . une certaine limite initiale du travail intérieur, et
- i . . . . . la limite de travail dont il faudra tenir compte.

Alors, suivant que les efforts S sont de même sens ou de sens contraire, les théories en question concluent à recommander les formules suivantes :

$$(42) \ldots\ldots\ldots\ldots \quad i = i_0\left(1 + \frac{1}{2}\frac{S_{min}}{S_{max}}\right) \qquad i = i_0\left(1 - \frac{1}{2}\frac{S_{min}}{S_{max}}\right)$$

qui se réunissent en une seule si l'on donne aux S un sens algébrique.

Cela revient au fond à affirmer que pour une poutre placée constamment en charge, on pourra augmenter i_0 de sa moitié, tandis que, dans le cas d'efforts parfois alternés en totalité, il faudra diminuer i_0 de sa moitié.

Or, ces formules ne tiennent pas compte de la grandeur de la portée ou, ce qui revient au même, du rapport de la charge mobile à la charge permanente. Elles n'en tiennent compte qu'indirectement dans le cas des efforts de même sens, parce que, pour des portées croissantes, le rapport de la charge permanente à la charge totale est croissant et, de ce fait, fait croître le rapport $S_{min} : S_{max}$, s'il s'agit, par exemple, du calcul des bandes d'une poutre reposant librement sur deux appuis. Ainsi, si nous prenons pour le fer $i_0 = 7$ kilogrammes par millimètre carré, avec les auteurs de cette théorie, nous trouvons :

(43)					
Pour des portées	0 m.	40 m.	80 m.	120 m.	160 m.
Le travail	$i = 7^k0$	8^k1	8^k7	9^k0	9^k3

ce qui convient assez bien et se trouve sensiblement d'accord avec ce que l'on admet ordinairement, sans faire usage d'aucune formule.

entièrement en Allemagne: l'Association des réunions allemandes d'architectes et d'ingénieurs s'est occupée des constructions métalliques en 1886. Les résultats des délibérations fut une sorte de cahier des charges-type : *Normalbedingungen für die Lieferung von Eisenconstructionen für Brücken und Hochbau, aufgestellt vom Verbande deutscher Architecten- und Ingenieur-Vereine, etc.* Le cahier des charges précise, d'une manière détaillée, les normes à admettre pour les fournitures, mais non les limites de surcharge et de travail élémentaire.

Ainsi, abstraction faite du coefficient un peu fort $i_o = 7$, que l'on aurait peut-être mieux pris $i_o = 6{\cdot}5$ ou $i_o = 6{\cdot}8$ pour rester d'accord avec la pratique des constructeurs, on peut admettre que la formule (42), pour efforts de même sens, donne des résultats acceptables pour le calcul des bandes.

Il n'en est pas de même pour les croisillons, et la différence est surtout manifeste pour celles des barres qui se trouvent placées vers le milieu de la portée où les efforts tranchants alternent d'une façon complète et donnent $S_{min} : S_{max} = -1$, ce qui exigerait, d'après la formule, *que le travail du fer fût limité à 3k50 pour tous les cas possibles* (pour des ponts de 20 mètres comme pour ceux de 80 mètres de portée). Habituellement, on fixe des valeurs qui varient avec la portée; les limites choisies croissant avec le rapport de la charge mobile à la charge totale, comme le fait voir indirectement la comparaison des résultats elle-même, doivent convenir également bien à ce point de vue pour toutes les parties composantes d'une même poutre.

Ce que nous venons de constater pour les croisillons des ponts à travées indépendantes, pourrait se répéter pour les croisillons analogues des ponts à poutres continues ou pour les éléments de bandes qui, dans ces ponts, correspondent aux points de l'épure des moments de flexion, où les paraboles rabattues vers le haut coupent la courbe des moments positifs. En voulant appliquer strictement la formule à ces parties de bandes qui correspondent, comme on sait, aux moments les plus faibles en valeur absolue, et n'y admettant qu'un travail du fer inférieur à 3k50 par millimètre carré, on serait conduit non seulement à ne pas diminuer les sections des bandes en cet endroit, mais encore à les augmenter par suite de la continuité. On pourrait presque en dire autant des bandes situées sur toute la partie médiane des travées, où, comme l'on sait, les moments négatifs sont supérieurs aux moments positifs, quoique ces derniers atteignent aussi des valeurs notables.

Cette théorie spéciale conduirait donc à admettre, pour les poutres continues, un système de sections qui entraînerait non seulement une extrême complication des calculs, mais aussi une importante augmentation du poids du métal; elle aurait pour conséquence l'abandon du système de la continuité sanctionné par une longue expérience, à moins qu'on n'en conclue, au contraire, que la formule et toutes les déductions qu'on en tire conduisent à des résultats inadmissibles.

Le principe erroné, représenté par la formule, d'après lequel la limite de travail admissible devrait, dans tous les cas possibles, dépendre uniquement de l'intervalle dans lequel oscillent les efforts, et pourrait être choisi d'autant plus haut que cet intervalle est plus petit, est en contradiction avec la pratique des constructeurs, avec les lois de l'élasticité dans les métaux, enfin et plus encore avec les résultats que

hinger, de Munich, a publiés, en 1886, sur ses expériences concernant les 'élasticité dans les fers et aciers.

utres de pont à âme pleine, travaillant à 7 kilogrammes par millimètre s du passage des trains et à 0k70 à peine par millimètre carré tout le reste du nserveront sans aucun doute leur élasticité bien mieux que les poutres s des constructions soumises d'une manière continue au plus grand effort. en somme, un principe général pour la conservation de l'élasticité que l'on stater tous les jours avec un ressort quelconque, soit en le tendant et le e détendre aussitôt, soit en le maintenant constamment tendu.

2° *Revue des limites fixées actuellement dans divers pays.*

llons citer brièvement et par ordre chronologique les limites fixées dans ces emps dans divers pays.

UTRICHE. — L'ordonnance du Ministère du Commerce du 15 septembre 1887 mites, pour le fer soudé, d'après la portée :

Portées	0 m.	40 m.	80 m.	120 m.	160 m.
Limites par millimètre carré .	7k0	7k8	8k4	8k8	9k0

es portées intermédiaires, on doit procéder par interpolation rectiligne; les sont choisies de façon que l'on aura toujours des résultats en nombres

vent, la limite extrême est de 10 kilogrammes dans tous les cas; pour le ent, elle est de 6 kilogrammes en cas d'efforts de même sens, 5 kilogrammes efforts de sens variable.

nance ministérielle du 29 janvier 1892 a étendu l'usage de ces limites au Martin-Siemens préalablement. On n'a pas encore eu occasion de prescrire es plus élevées pour ouvrages exceptionnels ou fournitures très importantes.

RUSSIE. — L'ordonnance du 25 août 1888 fixe ces limites pour le fer fondu portée et les pièces comme suit (45) :

S LA PORTÉE.	POUTRES.		VENT.		CISAILLEMENT.
	Bandes.	Treillis.	Extension.	Compression.	
	Kilogrammes.	Kilogrammes.	Kilogrammes.	Kilogrammes.	Kilogrammes.
es à âme pleine à 15 m. de portée.	6·5	"	"	"	3·75
es de 15 à 32 m. .	7·25	7·25	9·0	8·0	4·25
es de plus de 32 m.	7·75	7·5	9·5	8·5	4·75

1891. France. — La circulaire ministérielle du 29 août 1891 fixe ces limites comme suit [1] :

		Fer soudé.	Fer fondu.
(46)	Maîtresses poutres jusqu'à 30 mètres	6t5	8t5
	Longerons et poutres transversales	5·5	7·5
	Pièces soumises à des efforts alternatifs	4·0	6·0
	Maîtresses poutres de plus de 30 mètres	8·5	11·5

Pour le vent, on prend 1 kilogramme de plus.

1892. Angleterre. — Le Board of Trade, dans les nouvelles prescriptions, maintient pour le fer fondu (*steel*) la limite de 10t24 généralement déjà fixée en 1882. Les « Consulting Engineers » établissent eux-mêmes les limites qu'ils admettent. Au « Firth of Forth », on a élevé la limite générale à 11t8, en vue du métal exceptionnel employé. Nous extrayons d'un cahier des charges pour fer fondu de l'illustre ingénieur Benj. Baker ce qui suit :

(47)	Poutres à âme pleine, maîtresses poutres, poutres transversales ou longerons indifféremment	Suivant la portée. 7t09 à 8t66
	Maîtresses poutres en treillis ou à triangles suivant la portée et les pièces considérées	8·66 à 11·02
		Pour toute portée.
	Contreventements pour toutes portées	13t38
	Cisaillement des rivets	7·88

Pour le fer soudé, on admet les 9/10 de ces valeurs.

1892. Suisse. — Les prescriptions du gouvernement fédéral, publiées le 19 août 1892, indiquent les formules :

(48) . . Fer soudé. . . $7\text{ k.} \pm 2.\frac{S_{min}}{S_{max}}$ Fer fondu. . . $8\text{ k.} \pm 2{\cdot}5\frac{S_{min}}{S_{max}}$

Pour le vent, c'est 1 kilogramme de plus, et pour le cisaillement 1/10 en moins de ce qui résulte des formules. Ces prescriptions contiennent, en outre, des formules déterminées pour la compression par aboutement (le flambage) [2].

1892. Italie. — Il n'y a pas jusqu'ici de limites fixées uniformément par le gouver-

[1] La circulaire adressée simultanément à tous les préfets autorise l'emploi de certaines formules continues pour calculer les limites admissibles; nous n'en tenons pas compte, puisque le « règlement » fixe les chiffres du texte d'une manière précise, tandis que les formules ne constituent qu'une simple indication.

[2] Question délicate, que d'autres gouvernements ont préféré laisser encore à étudier, en vue des formules usitées, qui suffisent en pratique.

nament. Pour le fer soudé, on admet les anciens coefficients de 6 et 7 kilogrammes. Pour les ponts en fer fondu construits par la Société des chemins de fer de la Méditerranée, on a admis :

(49)	Pour les bandes des maîtresses poutres	10 kilogrammes.
	Pour les croisillons de ces poutres	8 —
	Pour les montants sur appuis	5 —

1895. Allemagne. — D'après une communication du Ministère des Travaux Publics à Berlin qui nous est parvenue en février 1895, on s'occupe en ce moment d'unifier, pour le réseau de l'État de Prusse, les limites à admettre dans le fer soudé et le fer fondu. En Saxe, on employait, il y a une dizaine d'années, les formules (42) dites Launhardt-Weyrauch; on en est revenu ensuite à des limites dépendant à la fois de la charge mobile et de la charge permanente. En Bavière, on admettait encore, il y a quelques années, les formules dites de Gerber d'un emploi compliqué [1].

En mettant sous presse, nous n'avons pas encore reçu les renseignements les plus nouveaux de ce pays.

La Direction de Bromberg (État de Prusse) admettait en 1892 :

		Fer soudé.	Fer fondu.
(50)	Pour les poutres transversales et longerons.	6k0	»
	Pour les maîtresses poutres	7 5	»
	Pour les effets du vent	11 0	»
	Pour maîtresses poutres de 129 mètres	10·0	12 k.

La Direction de Hannover (État de Prusse) admet, en 1895 :

		Fer soudé.	Fer fondu.
(51)	Pour les poutres transversales et longerons	6k0	7k0
	Pour les maîtresses poutres	7·5	9 0

3° *Conclusions du rapporteur.*

En résumé, on voit que les limites extrêmes admises varient pour le fer soudé de 6 à 9 kilogrammes et pour le fer fondu de 6 1/2 à 12 kilogrammes et même 13k4 pour les effets du vent dans de très grands ponts.

Nous avons voulu nous rendre compte de ce qu'on pourrait obtenir de pratique à l'aide de formules. En prenant pour $S_{min} : S_{max}$ non pas le rapport tel que les promoteurs des formules l'exigent, mais *le rapport de la charge permanente à la*

[1] Nous renvoyons à ce sujet aux pages 112 et 115 de l'ouvrage déjà cité : *Calculs des ponts métalliques*. Paris, Baudry, 1889.

charge totale, de façon à nous mettre d'accord avec la très grande majorité des constructeurs, nous trouvons que les formules pourraient donner des résultats acceptables, valables pour la totalité des maîtresses poutres. En nous plaçant à ce point de vue, nous avons calculé le rapport $S_{min} : S_{max} = R$, d'après la valeur moyenne des poids relevés au chapitre VI.

D'après l'échelle **a** des *trains lourds*, établie au chapitre III, nous trouvons ainsi :

(52) . . . . . Tableau comparatif de formules.

Portées de pont.	0	10 m.	20 m.	40 m.	60 m.	80 m.	100m.	120m.	140m.	160m.
$S_{min.} : S_{max.} = R$	0	0·14	0·22	0·32	0·40	0·48	0·53	0·58	0·62	0·66
$6 \left(1 + \frac{1}{2} R\right) \ldots =$	6·0	6·4	6·7	7·0	7·2	7·4	7·6	7·7	7·9	8·0
$6·5 \left(1 + \frac{1}{2} R\right) \ldots =$	6·5	7·0	7·2	7·5	7·8	8·0	8·2	8·4	8·5	8·7
$6·8 \left(1 + \frac{1}{2} R\right) \ldots =$	6·8	7·3	7·5	7·9	8·2	8·5	8·7	8·8	8·9	9·0
$7 \left(1 + \frac{1}{2} R\right) \ldots =$	7·0	7·5	7·8	8·1	8·4	8·7	8·9	9·0	9·2	9·3
$9·3 \left(1 + \frac{1}{2} R\right) \ldots =$	8·3	8·9	9·2	9·6	10·0	10·3	10·5	10·8	10·9	11·0
$8·5 \left(1 + \frac{1}{2} R\right) \ldots =$	8·5	9·1	9·4	9·9	10·2	10·6	10·8	11·0	11·2	11·2
$7 + 2 R \ldots\ldots\ldots =$	7·0	7·3	7·4	7·6	7·8	8·0	8·1	8·2	8·2	8·3
$8 + 2·5 R \ldots\ldots\ldots =$	8·0	8·3	8·6	8·8	9·0	9·2	9·3	9·4	9·5	9·6

Nous avons ajouté à ce tableau les deux formules suisses qui sont les seules prescrites par un gouvernement. Il nous semble que les formules partant de $i_o = 6·8$ pour le fer soudé et de $i_o = 8·3$ pour le fer fondu, seraient celles qui conviendraient le mieux pour la pratique.

Si l'on voulait ensuite tenir compte des efforts alternés, nous proposerions de multiplier les résultats ci-dessus par un facteur de réduction convenable. En désignant par R' le rapport $S_{min} : S_{max}$ dans le sens primitivement admis (c'est-à-dire le rapport < 1 des plus grandes valeurs absolues des efforts alternés), on pourrait accepter le facteur de réduction $(1 - \frac{1}{4} R')$ qui réduit les limites aux trois quarts des valeurs ci-dessus dans le cas du renversement complet. On se rappellera à ce sujet que, d'après les expériences très complètes du professeur Bauschinger, en 1887, il

suffit de ne pas dépasser la moitié de la limite d'élasticité du métal pour être complètement à l'abri de toute imprudence quant aux efforts alternés. Notre réduction suffit donc largement, puisque les coefficients du tableau satisfont déjà à la condition énoncée, qu'à notre avis, on devra d'ailleurs toujours respecter. Donc, en définitive, si l'on tient à faire usage de formules, nous proposons les suivantes :

$$(53) \quad \begin{cases} \text{Pour le fer soudé} \quad . \quad . \quad . \quad i = 6^k8\,(1 + {}^1/_2\,R)\,(1 - {}^1/_4\,R') \\ \text{Pour le fer fondu} \quad . \quad . \quad . \quad i = 8^k3\,(1 + {}^1/_2\,R)\,(1 - {}^1/_4\,R') \end{cases}$$

Toutefois, les praticiens préfèrent presque toujours, comme nous l'avons constaté ci-dessus, admettre des limites fixées d'avance selon la portée et selon les pièces considérées, limites qu'ils font aussi varier quelque peu selon les qualités de fer dont ils disposent. Nous leur donnons grandement raison.

Lorsqu'il s'agit de limites à prescrire par un gouvernement, il faut qu'elles soient conçues dans un sens aussi libéral que possible, de façon à laisser à l'initiative des ingénieurs un jeu suffisant. En pareil cas, on peut se borner à prescrire des limites d'après la portée, sous la forme des lignes polygonales préconisées en Autriche et qui conviennent très bien comme courbes enveloppes de prescriptions analogues émanant de l'initiative privée. Nous proposerions :

(54) . . . . .

Portées. . .	0 m.	40 m.	80 m.	120 m.	160 m.	Vent.
Fer soudé . .	7·0	7·8	8.4	8·8	9·0	10.0
Fer fondu . .	9·0	9·8	10·4	10·8	11·0	12·5

avec interpolations rectilignes usuelles pour portées intermédiaires.

Les pièces ou membrures où se produisent des efforts alternés se construisent toujours (pour des raisons pratiques) avec des dimensions supérieures à celles qui résulteraient des limites ci-dessus; on peut donc s'en rapporter à la sagesse des ingénieurs, en ce qui concerne la réduction des limites de travail, pour ces cas particuliers.

Enfin, quant aux limites pour le cisaillement, on pourrait admettre 6 et 5 kilogrammes pour le fer soudé, ainsi que 7 kilogrammes et 5^k5 pour le fer fondu, suivant qu'il s'agit d'efforts de même sens ou d'efforts dirigés dans plusieurs directions.

Remarquons en dernier lieu que, lorsqu'il s'agit d'appliquer les limites plus élevées pour le fer fondu, il faut admettre implicitement que ce métal répond exactement au cahier des charges. Ceci aura lieu toutes les fois qu'il s'agit de fournitures importantes pour lesquelles l'Administration qui construit se trouve à même de faire surveiller la fabrication et la réception d'une manière spéciale.

Lorsqu'au contraire il s'agit de fournitures peu importantes concernant des

ouvrages de petite portée disséminés sur la ligne, pour lesquels on croit devoir s'en rapporter souvent uniquement aux fournisseurs, il semble tout indiqué d'être un peu plus prudent et d'appliquer les limites un peu inférieures admises pour le fer soudé.

VI. — Quantité de métal a investir dans les ponts métalliques dans diverses conditions de portée et de hauteur.

1° *Généralités.*

Lorsqu'on a tracé un chemin de fer et qu'il s'agit de franchir un large cours d'eau ou un profond ravin, l'ingénieur des ponts devra avant tout déterminer l'emplacement des piles et culées du pont ou viaduc à construire; il aura ensuite à choisir le système de construction qui convient le mieux pour les travées métalliques. Souvent celui-ci étant déterminé d'avance, la position des piles en devra dépendre quelque peu (poutres continues, ponts en arc...). De pareilles recherches, d'un ordre plutôt financier, concernent surtout les circonstances locales qui, dans chaque cas, s'imposent à l'ingénieur, et quoique ces études embrassent bien des questions techniques, souvent très intéressantes, nous ne pouvons nous en occuper ici.

Nous prenons donc comme point de départ des comparaisons à faire, les données du problème telles qu'elles sont posées pour le constructeur qui doit s'occuper des travées métalliques. Nous reportons tous nos poids à la portée théorique mesurée entre centres d'appuis. Dans certains cas seulement, où une même construction embrasse plusieurs travées, sans qu'il soit opportun ou même pratiquement possible d'en donner séparément les poids, nous rapportons l'ensemble à une sorte de portée théorique moyenne (poutres continues, poutres consoles). Nos poids ne comprennent pas la voie et les planchers de bois.

Un recueil de poids de ponts, semblable à celui que le rapporteur désirait soumettre au Congrès, a déjà été établi en 1879 sur la base des renseignements alors disponibles en France et en Autriche. L'ouvrage : *Das Eisenbahnwesen in Frankreich*, (Wien 1880, Gerolds' Sohn), distribué aux congressistes de Bruxelles en 1885, contenait ce premier travail qui concernait 165 ponts de 25 à 165 mètres de portée et une série de types de petite portée. Il se composait d'un tableau numérique donnant les détails les plus intéressants pour chaque construction et d'un tableau graphique des poids par mètre de voie.

Le rapporteur aurait désiré présenter le travail actuel sous la même forme à ses collègues de la cinquième session. Mais les renseignements sont arrivés relativement tard et ils concernent plus d'un millier de ponts. Dans ces conditions, qui témoi-

gnent de l'intérêt spécial que nos collègues attachent à cette étude, nous ne pouvons que regretter de devoir renoncer à dresser le tableau numérique descriptif pour la session. Ce tableau, qui demande un travail considérable, ne pourra être publié que plus tard, et pour la session nous nous contenterons de citer les plus grands ponts.

En revanche, nous avons cherché à rendre nos tableaux graphiques des poids aussi complets que possible (pl. III et IV). La planche IV contient deux figures, dont la plus grande concerne les ponts de 0 à 300 mètres de portée. Une deuxième figure, à grande échelle, comprend les petits types. Enfin, sur la planche III, une troisième figure représente, à petite échelle, ce que l'on aurait vraisemblablement si l'on pouvait prolonger notre tableau sur la droite jusqu'à pouvoir y comprendre la portée de 521 mètres du Firth of Forth.

D'après tous les renseignements réunis, nous avons construit deux contours polygonaux qui, à notre avis, peuvent être considérés comme délimitant la zone du tableau comprenant tous les ponts qui ne sont ni par trop lourds ni par trop légers et répondent environ à ce que nous appelons *les trains lourds* au chapitre III. La ligne médiane entre ces contours représente la ligne des poids moyens pour toutes les portées.

Si c'était déjà quelque peu hardi de tracer de pareilles lignes de démarcation, c'était bien plus hardi encore de les prolonger sur la droite jusque dans les parages du viaduc sur le Firth of Forth. Mais nos contours se dessinaient assez nettement sur le tableau de la planche IV pour les ponts jusqu'à 165 mètres de portée. C'est la zone avec sa largeur en cet endroit, à très peu près, que nous voulions ensuite prolonger jusqu'au viaduc du Forth en admettant que celui-ci avoisine la ligne moyenne. Le projet complètement dressé du viaduc en cantilevers de New-Jersey, avec arche centrale de 640 mètres (dont nous parlons plus loin), nous a fourni un deuxième exemple de portée extraordinaire. Ce pont étant calculé pour six voies, nous avons admis que le poids par mètre de voie doit être un peu inférieur à celui qui résulterait de notre ligne des minimums. En réunissant toutes ces considérations, nous avons pu prolonger nos contours comme l'indiquent les dessins des planches III et IV [1].

En comparant le travail actuel avec celui de 1879, on trouvera que le contour supérieur a dû être notablement relevé surtout entre 20 et 120 mètres de portée.

[1] Nos contours sont indiqués par poids en nombres arrondis; les abscisses sont choisies de façon que l'interpolation rectiligne usuelle donnera toujours des fractions simples.

2° *Types de petite portée.*

Pour de petits ponts-types, on peut réunir, par des lignes droites, les points concernant une même Administration et un même genre de construction. Ces lignes sont assez régulières. Ainsi, en représentant par Ω Π *H U* les types à voie en dessus, à voie contrebaissée, à voie intermédiaire et à voie en dessous, nous pouvons citer les lignes de types des Administrations suivantes :

	ALLEMAGNE :	Eisenbahn Direction Bromberg.	Ω Π *H*
	—	— Hannover.	*U*
	ANGLETERRE :	London and North Western Railway	*H* Ω
	AUSTRALIE :	South Australian Railway	Ω
	AUTRICHE :	Böhmische Westbahn.	Ω Π
	—	Kaiser Ferdinand-Nordbahn	Ω Π *U*
	—	Oesterreichische Staatsbahnen	Ω Π *U*
	—	Oesterr. Ungarische Staatseisenbahngesellschaft .	Ω Π *U*
(55)	FRANCE :	Chemins de fer de l'État	Ω *H*
	—	Chemins de fer du Midi	Ω *H*
	—	Grande Ceinture de Paris	Ω Π *U*
	—	Chemins de fer du Nord	*U*
	ITALIE :	Strade ferrate della Sicilia	*U*
	PORTUGAL :	Société Royale des chemins de fer portugais . .	Ω
	RUSSIE :	Chemin de fer Moscou-Brest.	Ω
	SUÈDE :	Chemins de fer de l'État	Ω
	SUISSE :	Gotthardbahn	Ω *U* Π

Nous aurions beaucoup plus de ces lignes de types à citer, en prenant les collections de types un peu plus anciennes, provenant de la construction des grandes lignes; mais ces types ne répondent plus aux prescriptions de surcharges actuelles. Les légendes de notre tableau nous dispensent d'expliquer d'avantage ces indications de détail. Nous remarquerons seulement que certains ponts relativement très lourds possèdent un platelage en fer.

3° *Poutres en treillis ou à triangles.*

Notre tableau fait voir le poids relativement faible des ponts actuellement usités, en comparaison des poids des grands ponts historiques anglais à âmes pleines. En prenant pour nos ponts modernes la ligne moyenne des poids de fer trouvée et en ajoutant indifféremment 400 kilogrammes par mètre de voie, pour le platelage et la voie, on calcule le rapport de la charge morte q par mètre à la charge totale

$(q + p)$ par mètre, ainsi qu'il suit (p relevant de l'échelle a par *trains lourds*) :

(56). . Tableau des valeurs q, p et $q : (p + q)$ jusqu'à $l = 160$ mètres.

Portées de pont. . . .	10 m.	20 m.	40 m.	60 m.	80 m.	100 m.	120 m.	140 m.	160 m.
Poids par mètre en tonnes . . .	1 0	1·4	2·2	2 9	3·6	4·3	4·9	5·5	6·1
Avec plateforme (400 kilog.). $q =$	1·4	1·8	2 6	3·3	4·0	4·7	5·3	5·9	6·5
Échelle a . . . . . $p =$	8 5	6 5	5·6	5 0	4·4	4 1	3·8	3·6	3·4
$p + q$ . . . . . $=$	9·9	8·3	8·2	8·3	8·4	8·8	9·1	9·5	9·9
$q : (p + q)$. . . . . $=$	0·14	0·22	0·32	0·40	0·48	0·53	0·58	0·62	0·66

Ce qui est remarquable dans ce tableau, c'est que la charge totale $(p + q)$ y est presque invariable. Elle est 9·9 tonnes aussi bien pour 10 mètres que pour 160 mètres de portée, tandis qu'entre 20 et 80 mètres de portée elle pourrait être invariablement prise égale à 8·3 tonnes par mètre. En revanche, le rapport $q : (p + q)$ croît très régulièrement avec la portée.

Voici maintenant, pour toutes les portées, les poids de fer par mètre de voie qui représentent nos contours polygonaux du tableau graphique :

(57). . . . . Tableau des poids de fer jusqu'à $l = 500$ mètres.

Portées	0 m.	10 m.	50 m.	100 m.	200 m.	300 m.	400 m.	500 m.
Poids maximums	0·5	1·4	3·5	5·6	9·0	12·0	14 8	17·5
— moyens.	0 35	1·0	2·6	4·3	7·3	10·1	12·8	15·5
— minimums.	0·2	0·6	1·7	3 0	5·6	8 2	10·8	13·5

On remarquera que beaucoup de points du tableau se trouvent en dehors de nos limites; en étudiant ces points, on peut presque toujours constater les motifs qui expliquent un poids anormal.

Du reste, la seule considération du poids des constructions métalliques ne suffit pas pour motiver le choix d'un système de construction dans chaque cas particulier. Des constructions calculées pour les mêmes charges mobiles, avec les mêmes coefficients de travail pour le métal, peuvent cependant, si elles appartiennent à des systèmes très différents, offrir des avantages ou désavantages tels que l'ingénieur se décidera souvent à recommander le système le plus lourd.

4° *Sécurité relative que procurent les calculs de résistance dans les ponts.*

Les calculs de résistance très étudiés que l'on applique actuellement aux projets de ponts en fer, pour déterminer les dimensions à donner à toutes leurs parties, y introduisent une sécurité très satisfaisante; cette sécurité est cependant très différente dans les divers cas qui se présentent, suivant que les trains en circulation produisent plus ou moins en grandeur, forme et étendue, les charges mobiles que l'on a prévues dans les calculs.

La grandeur (intensité par mètre) de la charge mobile dépend surtout du matériel roulant en service; la forme et l'étendue de cette charge, au contraire, dépendent bien moins de la composition et longueur des trains que du système de construction adopté pour les ponts.

Les ponts usuels à une voie et avec travées indépendantes ont à subir, à très peu près, lors du passage de chaque train lourd, le travail maximum prévu dans toutes leurs parties composantes.

Les ponts en arc à une voie n'ont à subir, par suite de la circulation des trains, que le travail maximum prévu dans les parties voisines des culées. La partie médiane de l'arc ne se trouve soumise à la surcharge la plus défavorable que lorsqu'elle se trouve seule en charge, les reins de l'arc étant alors non chargés, ou bien lorsqu'elle est déchargée, les reins se trouvant alors simultanément en charge. Ces conditions de surcharge, qui exigent que le train soit préalablement séparé en deux parties au moins, produisant le maximum de charge ensemble ou chacune séparément, ne se réalisent que rarement.

Les ponts à une voie et à poutres continues n'auront, dans la plupart de leur parties composantes, presque jamais à subir le travail maximum prévu; on aurait dans bien des cas même la plus grande difficulté à produire, avec le matériel roulant disponible, toutes les combinaisons de surcharge théoriquement prévues, et il doit paraître évident à tout praticien que ces hypothèses, tout au plus possibles, ne seront jamais réalisées dans le service ordinaire de l'exploitation, en tant qu'il s'agit de ponts à grandes portées.

Quant aux ponts à deux voies construits avec deux maîtresses poutres seulement des divers systèmes, la probabilité que le travail maximum prévu du métal puisse être réalisé dans les conditions normales, diminuera encore, en tant que les croisements de trains de la plus lourde espèce sur ces ponts, peuvent être considérés comme des événements rares.

Ces explications suffiront pour faire voir que parmi les ponts les plus usuels ceux à

double voie, construits avec deux maîtresses poutres continues, offrent une sécurité beaucoup plus grande que la plupart des ponts construits différemment; ajoutons que, par suite de la continuité, le rapport des charges mobiles et permanentes se trouve très notablement abaissé, ce qui augmente encore la sécurité.

Enfin, parmi les ponts de portée exceptionnelle (de plus de 160 mètres), on peut affirmer que les ponts à poutres-consoles (cantilevers du système Firth of Forth), construits avec deux maîtresses poutres pour plus d'une voie et calculés comme nous l'avons expliqué au chapitre III, offrent une grande sécurité, puisque non seulement les surcharges prévues avec un certain nombre de trains placés simultanément dans la position la plus défavorable ne se produiront presque jamais, mais encore l'effet des surcharges, en général, est minime vis-à-vis du poids mort.

5° *Constructions à recommander dans diverses conditions de portée et de hauteur.*

Après étude faite des poids indiqués pour un très grand nombre de constructions souvent fort différentes, en réunissant tous les renseignements obtenus de nos collègues; enfin, en profitant de l'expérience faite en Autriche depuis un quart de siècle, nous arrivons aux conclusions suivantes [1] :

a) *Poutrelles laminées.*

Les poutrelles laminées étaient précédemment peu employées dans les ponts métalliques, vu l'insuffisance des calibres et le peu de largeur des têtes dont on disposait. Depuis qu'on lamine facilement des pièces de 1,000 et 1,500 kilogrammes et qu'on adopte des profils plus grands, à têtes larges, l'usage de ces poutrelles commence à se répandre de plus en plus, car elles fournissent pour les maîtresses poutres des petits ponts et pour les longrines des ouvrages plus considérables, une solution excellente.

Dans ces pièces extrêmement fatiguées, il est très avantageux de pouvoir se passer le plus possible de rivures. C'est ainsi qu'en Saxe, depuis une dizaine d'années, ces poutrelles sont préconisées spécialement pour les petits ouvrages où l'on manque de hauteur de construction et où on les utilise en jumelles avec longrines de bois intermédiaires. En Prusse, on les utilise déjà couramment pour les grandes travées. En Autriche, la question, très étudiée, est entièrement résolue. Les ingénieurs et les

[1] Nous regrettons de ne pas pouvoir comprendre dans ce qui suit les ponts américains, notamment ceux à articulations (*pin connected bridges*), les Administrations américaines n'ayant pas répondu à notre appel.

usines se sont mis d'accord pour adopter une échelle de types excellents; nous ne pourrions faire mieux que de les recommander à nos collègues d'autres nationalités [1].

b) *Poutres à âme pleine avec tôles et cornières.*

1. — *Les types de ponts à âme pleine de la plupart des Administrations de chemins de fer* comprennent des portées allant jusqu'à 14 mètres (exceptionnellement 18 mètres). La hauteur des poutres varie de 1/8 à 1/12 de la portée, et l'on admet plus spécialement le rapport 1/8 pour les portées les plus petites et le rapport 1/12 pour les portées les plus grandes. Cette hauteur se trouve du reste limitée, dans le dernier cas, par la largeur des tôles que fournissent les usines, laquelle est d'ordinaire de 1m40 au plus (exceptionnellement 1m60) et permet d'atteindre, avec le rapport de 1/12, des portées allant jusqu'à 18 et 19 mètres.

2. — *Là où l'on dispose d'une hauteur suffisante, les ponts à voie en dessus* [2] *sont les plus avantageux pour toutes les portées.* On pose la voie sur traverses de bois fixées aux maîtresses poutres et faisant consoles pour le platelage extérieur, dans les pays où le bois s'achète à bon compte [3]; dans le cas contraire où le bois est très cher, on se sert d'une voie sur longrines fixées sur les maîtresses poutres; on pose alors le platelage du pont sur les entretoises, sur les consoles extérieures en fer et sur l'appareil même des culées.

[1] Profils de poutrelles laminées adoptées uniformément par les ingénieurs et les usines en Autriche.

HAUTEUR.	LARGEUR.	ÉPAISSEUR MOYENNE.		SURFACE de section.	MOMENT d'inertie sur l'axe.	MODULE d'inertie sur l'axe.	POIDS par mètre
		Têtes.	Ame.				
Millimètres.	Millimètres.	Millimètres.	Millimètres.	Centimètres carrés	Centimètres biquarrés.	Centimètres cubes.	Kilog.
200	96	12	8	37.12	2402.0	240.2	29.9
220	102	13	9	43.98	3392.2	308.4	34.3
240	108	14.5	9.5	51.37	4730.7	394.2	40.1
260	114	15.5	10.5	59.39	6339.4	487.6	46.3
280	120	17	11	67.86	8429.7	602.1	52.9
300	126	18	12	77.04	10870.2	724.7	60.1
320	132	19	13	86.82	13805.9	862.9	67.7
350	141	21	14	102.34	19455.6	1111.8	79.8
400	156	24	16	131.20	32316.8	1615.8	102.3
450	171	27	18	163.62	50676.7	2252.3	127.6

[2] Voir, pour les expressions employées ici et notamment pour la voie en dessus et en dessous, notre nomenclature du Congrès à Paris en 1889.

[3] Ce système n'est pas usité en France; la voie y est généralement posée sur longrines et, lorsqu'elle est posée sur traverses, la longueur de celles-ci ne dépasse guère l'écartement des poutres sur lesquelles elles reposent.

3. — *Les poutres en fer ne se recommandent généralement que pour des portées de plus de 2 mètres*, puisque, pour des portées moindres, on peut utiliser avec avantage des poutres en bois qui forment alors pour ainsi dire partie de la construction de la voie.

4. — *Lorsque la hauteur disponible est restreinte et la portée ne dépasse pas 6 mètres, les ponts à poutres jumelles en profil de* ⊐ ⊏ avec des longrines en bois seront les plus économiques; le platelage reposera, dans ce cas, sur les entretoises, sur les consoles extérieures en fer et sur les culées même.

5. — *Lorsque la hauteur disponible est restreinte et que la portée est comprise entre 5 et 8 mètres, on admettra avec avantage les constructions à voie contrebaissée* et on y posera le platelage à l'extérieur des maîtresses poutres sur des consoles en fer spéciales. On pourra dans ces constructions, même pour 8 mètres de portée, se contenter encore d'une hauteur de 70 centimètres disponible entre le bord inférieur des poutres et la tête du rail.

6. — *Pour les portées comprises entre 8 et 14 mètres (exceptionnellement 18 mètres), on aura trois espèces de ponts-types à considérer*; ce sont les types mentionnés précédemment (2 et 5) pour le cas où la hauteur disponible de construction est suffisante, et les *types à voie en dessous*, dans le cas contraire. La voie et le platelage se trouvent, dans ce dernier cas, posés sur les poutres transversales et les longerons. Ces constructions, qui se présentent malheureusement fort souvent en pratique, par suite de l'insuffisance de la hauteur disponible, sont bien plus lourdes et plus coûteuses que celles que nous avons citées d'abord; cela tient notamment à la présence des longues poutres transversales. On arrive toutefois, à l'aide de ce système, à pouvoir se contenter toujours d'une hauteur de 70 centimètres, disponible entre le bord inférieur des poutres et la tête du rail [1].

7. — *Les maîtresses poutres spéciales pour les garde-corps* sont à éviter, en général, au point de vue de l'économie, car l'on pourra, en dépensant moins, faire porter le platelage extérieur sur des consoles en fer et sur les culées elles-mêmes. Pour les ouvrages à plusieurs voies, pour ceux qui sont situés aux abords des stations et où il n'est pas rare que l'on ait à construire des paliers et trottoirs spéciaux, on devra toujours admettre les maîtresses poutres en question et il conviendra alors de les calculer au minimum pour une charge mobile de 340 kilogrammes au mètre carré, même si cela n'est pas exigé.

[1] On est descendu sur les lignes du Nord-Ouest autrichien jusqu'à 54 centimètres, ce qui implique une augmentation notable des masses de fer nécessaires et constitue des constructions exceptionnelles qu'il convient d'éviter.

*

c) *Poutres à triangles et à treillis en général.*

8. — *Pour les portées de 15 à 35 mètres environ*, on admettra avec avantage des poutres à bandes rectilignes et à treillis double ou quadruple. Les croisillons composés généralement de fers plats pour les barres travaillant à l'extension et de cornières pour les barres travaillant à la compression, devront être autant que possible assemblés directement avec les tôles verticales des bandes simples (à profil en T), car l'emploi des tôles d'attache spéciales aux nœuds (goussets) ne paraît pas économique. On aura avantage à rechercher des assemblages dits symétriques, c'est-à-dire où les rivets travaillent en double section. Les ponts les plus économiques sont ceux à voie en dessus posée sur traverses consoles où les maîtresses poutres, écartées de 1m50 à 2m50, sont solidement entretoisées et entrecroisées. Dans les contrées où le bois est cher, on se sert de longrines et on pose les garde-corps sur des consoles en fer. Lorsque la hauteur disponible de construction est restreinte, on construit des ponts à voie contrebaissée et à voie en dessous; ces derniers sont toujours notablement plus lourds que les ponts à voie en dessus [1].

9. — *Pour les portées de 35 à 45 mètres*, on aura encore avantage à construire des ponts à bandes rectilignes, et on y admettra des poutres à treillis double ou quadruple ou avec double triangulation à diagonales tendues. En France, on a souvent préconisé, pour ces portées, des poutres à treillis sextuple où les croisillons tendus sont des fers plats, les croisillons comprimés des fers en ⊏; les rivets des attaches y travaillant en section simple.

On peut toutefois recommander encore ici les mêmes principes de construction que précédemment : assemblages directs des croisillons avec les bandes disposées, autant que possible, de façon à avoir des rivets travaillant en double section et de façon à éviter les pièces spéciales d'attache ou de remplissage (goussets et fourrures); nous ne comprenons pas parmi ces dernières les plaques rectangulaires très utiles que l'on interpose, en Autriche, à l'assemblage des croisillons comprimés, pour lui donner plus d'étendue et répartir les pressions [2].

[1] Les constructions avec triangulation simple à diagonales tendues, exécutées pour ces portées en Autriche et en Allemagne, ne sont pas à recommander; on les avait calculées sans tenir compte des effets secondaires, et on était arrivé ainsi à des ponts relativement légers. Les avaries découvertes successivement sur quelques-uns des ponts, l'accident du pont sur l'Itter, près de Hopfgarten, qui s'écroula au passage d'un train de marchandises en 1886, et bien d'autres faits encore ont pleinement confirmé les objections élevées contre ces constructions et ont, depuis longtemps déjà, déterminé les Compagnies de chemins de fer à ne plus adopter ce système.

[2] Les assemblages entre les croisillons et les bandes constituent les parties faibles de nos ponts

Quant à l'écartement qu'il convient de donner aux maîtresses poutres en vue de la stabilité du pont, *il entraîne même pour les ponts à voie en dessus l'obligation d'admettre des poutres transversales;* dans ces conditions, c'est presque toujours une disposition à voie contrebaissée que l'on adopte, puisque l'on peut ainsi, sans augmenter sensiblement les frais de construction, faciliter de beaucoup le service de l'entretien. Ces constructions, convenablement entretoisées et entrecroisées, ont une grande stabilité et sont notablement plus légères que les constructions de même portée à voie en dessous; ces dernières exigent un surplus de fer, tant pour les poutres transversales, que pour les goussets qui les assemblent avec les montants verticaux et servent à maintenir horizontalement les bandes supérieures. Cet excès de poids tend à disparaître toutefois à mesure que la portée augmente.

10. — *Pour les portées de 45 à 55 mètres environ*, les ponts à voie en dessous présentent certaines difficultés de construction, car en raison de la hauteur libre à réserver pour le passage du matériel roulant [1], les maîtresses poutres devront ou être relativement très hautes, pour pouvoir être entretoisées vers le haut, ou être relativement très basses, pour pouvoir conserver une rigidité suffisante dans le sens horizontal. Pour esquiver cette difficulté, on a souvent fait usage de poutres à bande supérieure courbe (*bow-string*), pour lesquelles l'entretoisement supérieur ne s'étend que sur une certaine longueur avoisinant le milieu de la portée. Ces poutres à bande courbe se construisent le plus souvent avec une double triangulation à diagonales tendues, ou même, dans ces derniers temps, avec deux triangulations symétriquement disposées et à montants verticaux communs. Pour les ponts à voie en dessus construits avec les portées considérées, on pourrait répéter ce que nous avons dit au 9 pour les portées moindres.

11. — *Pour les portées de 55 à 80 mètres*, on est amené à employer presque autant de fer pour les ponts à voie en dessus que pour les ponts à voie en dessous; la première disposition mérite toujours la préférence si les conditions de hauteur exigées permettent de l'appliquer; la seconde est toutefois celle que l'on est obligé, en pratique, d'accepter le plus souvent. Dans les deux cas, on devra relier solidement entre elles les bandes supérieures ainsi que les bandes inférieures.

Pour les ponts à deux voies, il est avantageux de n'admettre que deux maîtresses

modernes à grandes mailles, où nos calculs de résistance ne suffisent point. Il s'y produit, sans aucun doute, des moments secondaires, qui occasionnent un excès de travail considérable en certains points. Pour les ponts à treillis quadruple et sextuple, ces inconvénients sont certainement bien moindres.

(1) En Autriche, et sur les lignes du « Verein D. E. V. », cette hauteur est limitée à 4m80.

poutres et de longues poutres transversales, plutôt que deux constructions métalliques séparées; on devra alors construire les poutres en dédoublant les bandes (bandes supérieures en caisson). Pour les ponts à une seule voie, on emploie des bandes simples, ainsi que des bandes doubles; la première disposition semble toutefois devoir se recommander comme plus économique lorsqu'on dispose de cornières de grand calibre.

Enfin, pour la forme des maîtresses poutres de ces ponts, on trouvera que les poutres à bandes droites avec treillis quadruple ou sextuple ou avec double triangulation à diagonales tendues, peuvent être mis en parallèle avec les poutres à bande supérieure courbe ayant presque toujours une double triangulation à diagonales tendues. Il semble toutefois que jusqu'à 70 mètres de portée environ, il sera toujours économique de faire usage de poutres à bandes rectilignes [1], surtout si l'on peut les utiliser comme poutres continues; ajoutons que les poutres droites présentent encore des avantages incontestables pour le service de l'entretien et offrent pour tout observateur impartial un aspect d'ensemble plus agréable.

12. — *Pour les portées de 80 à 120 mètres*, les ponts les plus appréciés (qui ont généralement la voie en dessous), paraissent être ceux qui sont construits avec des bandes supérieures courbes et avec une double ou triple triangulation à diagonales tendues. On a coutume, pour des portées aussi grandes, de construire les bandes supérieures en forme de caisson (⊐⊏) et les bandes inférieures en forme de bandes jumelles (⊥ ⊥). Ces ponts, notamment très répandus en Autriche, en Hollande et en Allemagne, ne méritent plus guère le nom de *Bow-string* (arc tendu par une corde) et ont généralement (ou devraient avoir) des montants verticaux sur appuis assez élevés pour admettre un entretoisement supérieur des maîtresses poutres. On pourra, en résumé, considérer ces constructions comme une espèce de terme moyen entre le bow-string et la poutre droite, se rapprochant davantage de ce dernier système [2] et faisant ressortir en sa faveur l'avantage que l'on trouve, pour des portées sem-

(1) C'est aussi ce que l'on paraît admettre en France, où l'on n'a construit jusqu'ici presque exclusivement que des poutres droites jusqu'à de pareilles portées. En Hollande, on paraît avoir admis précédemment une limite pratique plus élevée, qui a baissé ensuite jusqu'à 65 mètres environ. Voir à ce sujet la brochure statistique : *Les travaux publics dans le royaume des Pays-Bas*, par L.-C. van Kerkwyk, la Haye, 1878, et les *Annales des ponts et chaussées*, mars 1887.

(2) *Poutres à bande courbe* ou bien *poutres bombées* pourrait être la désignation la plus générale de ce système. La bande courbe peut être de forme parabolique, circulaire, elliptique ou quelconque sans que la résistance à la flexion, ni même les procédés de calcul à employer, en soient notablement affectés; c'est pourquoi aussi les dénominations : « poutres paraboliques » ou

blables, à augmenter la hauteur des poutres dans la région médiane de la portée, plutôt que d'y renforcer seulement les bandes.

Les difficultés occasionnées pour des portées moindres, par les tôles verticales des bandes, n'ont plus la même importance ici, où, entre deux nœuds consécutifs, ces tôles ont déjà des longueurs (4 à 6 mètres) et des poids tels, qu'on les rencontre dans le débit ordinaire des usines, et où il ne saurait, par suite, plus être question de les découper ou déformer en forme de polygone.

Dans le cas où la voie est en dessus, on se trouve dans l'alternative d'adopter une construction à bandes supérieures et inférieures toutes rectilignes, ou de donner aux bandes inférieures une forme bombée vers le bas (ventre de poisson), au détriment de l'aspect général de l'ouvrage et souvent même de l'économie. C'est donc, en général, le premier parti qu'il conviendra de préférer.

13. — *Pour les portées de 120 à 160 mètres*, les expériences faites concernent un nombre trop restreint de ponts, exécutés en des temps bien différents, pour qu'il soit possible d'en déduire quelques principes généraux concernant le système à recommander, d'après les idées actuelles des ingénieurs. On peut constater, toutefois, que les ponts exécutés en dernier lieu sont relativement bien plus légers que les ponts analogues construits avec âmes pleines ou avec treillis à petites mailles, dès l'origine des ponts métalliques.

Il semble que la grande travée de Kuilenbourg, avec $154^{m}5$ de portée, est celle où l'on a été le plus loin possible avec le système des poutres indépendantes à bandes courbes. Les grandes constructions exécutées depuis en Amérique, près de Poughkeepsie, Memphis, etc., ainsi que celles de Cernawoda, en Roumanie, ont été conçues dans le système des « cantilevers » ou poutres consoles, qui procure une économie notable, surtout dans les travées à consoles. Comme l'ont fait très justement observer les ingénieurs illustres du viaduc sur le Firth of Forth, le système n'est pas nouveau, il vient seulement d'être appliqué à de très grandes portées; cela ne nous empêchera pas d'admirer leur œuvre, à une époque où rien de pareil n'a encore été produit.

Il est intéressant de remarquer que ce système des cantilevers amène en général

« poutres semi-paraboliques », usitées par certains auteurs, doivent être considérées comme généralement impropres.

Ces poutres n'ont, du reste, plus absolument les caractères distinctifs des poutres (*bow-string*) paraboliques proprement dites, à savoir : sections à peu près constantes des bandes, sections identiques de tous les montants verticaux, sections presque équivalentes de toutes les diagonales et système de diagonales à effet contraire (*Gegenstreben*) s'étendant sur la portée entière.

à juxtaposer, dans l'ensemble, des travées de portée inégale. Ce sont les arches à cantilevers et à grande portée qui pèsent le moins par mètre, tandis que le métal s'amasse sur les petites portées voisines. Dans le viaduc du Forth, celles-ci ont été réduites à un minimum que l'on peut en quelque sorte considérer comme piles doubles. Dans les viaducs de Poughkeepsie, Memphis et Cernawoda, ces travées ont reçu un développement plus grand et sont relativement lourdes.

Il est remarquable aussi que l'idée des cantilevers aux États-Unis d'Amérique s'agence très bien au système des « Pin Connected Bridges », très usité dans le nouveau monde, car ce système permet de suspendre la construction indépendante centrale aux cantilevers adjacents sans aucun appui accessoire tout en ménageant le jeu des dilatations. La grande arche de **Memphis**, de 241 mètres de portée, est conçue dans ce système [1].

14. — *Ce qui précède concerne, en général, les ponts de chemins de fer en pays de plaine.* Là où il s'agit de passer sur un ravin profond, encaissé entre des rochers solides, c'est le pont en arc qui est tout indiqué d'avance. Les ponts en arc sont encore d'un usage avantageux aux abords des grandes villes, où l'on recherche des ouvrages d'un bel aspect. On a négligé d'appliquer ce système de construction dans bien des cas où il aurait pu procurer une économie notable dans les frais de construction. On possède cependant deux exemples remarquables de ponts autrichiens en arc à tympans rigides construits tout dernièrement; c'est le pont du chemin de fer de ceinture sur le canal du Danube à Vienne, avec 69^{m}60 de portée, et le pont à voie charretière, avec 60 mètres de portée, construit pour la route de Cles à Dermullo (Tyrol du Sud), par-dessus la gorge de la Noce, qui a 138 mètres de profondeur [2].

En France, il existe des exemples très nombreux et variés de ponts en arcs; parmi

[1] Consulter : *The Memphis Bridge,* by Geo. S. Morison, chief engineer. New-York, John Wiley & Sons, 1893. L'illustre ingénieur, qui fait autorité aux Etats-Unis, nous a gracieusement donné tous les renseignements concernant cet intéressant viaduc, noté sur notre tableau graphique.

[2] Le pont en arc construit en 1884 pour le chemin de fer de ceinture a une flèche de 6^{m}327, qui, pour la portée de 69^{m}60, donne un surbaissement de 1 : 10.9; ce pont est composé de quatre arcs en fer portant deux voies; la charge permanente sur chaque arc est de 1,500 kilogrammes par mètre. Le pont-route sur la Noce, construit en 1838, a une flèche de 10 mètres, qui, pour la portée de 60 mètres, donne un surbaissement de 1 : 6. La chaussée a 6 mètres de largeur, elle est formée d'une assise de madriers ayant 15 centimètres d'épaisseur et repose sur deux arcs seulement, affectés chacun d'une charge permanente de 900 kilogrammes par mètre d'arc. Les deux ponts sont munis de triangulations aux tympans et d'articulations aux culées.

les plus récents, on peut citer le viaduc de l'Erdre, de 95 mètres de portée; le pont de Nantes, à cinq arches, de 61 mètres de portée; le pont de Rouen (en acier), à trois arches, de 40 mètres, 48m80 et 54m60 de portée; enfin, le viaduc de Garabit, dont la grande arche a 165 mètres de portée, faisant passer la voie à 122 mètres au-dessus de la vallée de la Truyère.

Le pont de la Viaur, sur la ligne de Carmaux à Rodez, construit en 1891 pour une voie seulement (contrebaissée), par la Société de Construction des Batignolles, fait passer la voie à 116m8 au-dessus de l'étiage, au moyen d'une arche centrale de 250 mètres de portée. Cette construction, avec l'apparence d'un arc à tympans rigides et à trois articulations, représente en réalité une combinaison de ce système avec celui des cantilevers, qui sont ici dirigés vers les deux rives.

En Allemagne, on vient de construire deux ponts en arc sans tympans rigides au-dessus du « Nord-Ostzee-Canal », l'un près de Grünenthal en 1891, avec 156m5 de portée pour la « Westholstein'sche Bahn », l'autre près de Levensau, en 1894, avec 163m4 de portée pour la ligne de Kiel à Eckernförde.

15. — Des ingénieurs célèbres dans les deux mondes ont à plusieurs reprises discuté le problème des plus grandes portées qu'il serait possible d'atteindre avec des constructions métalliques. Dès 1879, on s'occupait à New-York d'un pont rigide devant relier la ville avec Long-Island et pour lequel un arc de 230 mètres fut accepté en principe (1). Les travaux du Firth of Forth ayant, en cours d'exécution, démontré la possibilité des travées rigides de 521 mètres de portée, tandis que le célèbre pont suspendu : « East-River-Bridge », reliant New-York et Brooklyn, n'avait qu'une portée de 486m2, les ingénieurs reportèrent à nouveau toute leur attention sur les travées rigides. L'exposition universelle de Paris, en 1889, nous montra plusieurs projets de ponts devant relier la France à l'Angleterre avec des travées rigides de 600 et 700 mètres de portée (2). En Amérique, où les ingénieurs préconisent les « Pin-Connected Bridges » et « Suspension Bridges », on est toujours convaincu de ce que les ponts suspendus conviennent de préférence pour les plus grandes portées (3). Au moment où nous rédigeons ce rapport, on nous informe des

(1) Voir les croquis et le résultat de ce concours dans : *Zeitschrift des Archit.- u. Ingenieur-vereines zu Hannover*, Heft 2, ex. 1879.

(2) Nous ne pouvons que regretter d'avoir vu des ingénieurs, très sérieux en matière de ponts, associer leur nom à une pareille conception, qui, au point de vue pratique, ne peut être qualifiee que de véritable utopie, tandis que le projet de tunnel, dressé dès 1878, était bien plus réalisable.

(3) Consulter l'ouvrage : *Report of Board of engineer officers as to maximum span practicable for suspension bridges*, maj. C. W. Raymond, cap. W. H. Bixby, cap. E. Burr. Washington,

2° Les surcharges prescrites, quant au matériel roulant, ont une importance majeure pour les ponts de faible portée, où elles priment absolument sur les poids morts et les effets du vent. C'est l'inverse pour les ponts de grande portée, et lorsque celle-ci atteint 100 mètres, sûrement lorsqu'elle dépasse 120 mètres, ce sont les deux derniers effets qui jouent le rôle le plus important dans les calculs de résistance, lesquels, pour des portées exceptionnelles, affectent une forme souvent inattendue.

Ainsi pour les grandes arches du Firth of Forth, avec 521 mètres de portée, nos illustres collègues sir John Fowler et Benjamin Baker, qui en ont dressé les projets, relatent que la surcharge fournie par deux trains lourds n'excède pas 5 p. c. du poids mort;

3° On doit recommander de faire, sinon pour chaque pays, du moins pour chaque grand réseau de chemins de fer, une étude sérieuse des effets de surcharge provoqués par le matériel roulant en circulation, pour en déduire les prescriptions de surcharge concernant les ponts métalliques à construire ou déjà construits.

On peut émettre ces prescriptions, soit sous la forme de trains-types de surcharge, soit sous la forme de deux échelles de charges uniformément réparties par mètre de voie, concernant, l'une, les moments de flexion, l'autre, les efforts tranchants et convenant ensemble pour tous les ponts usuels, pourvu que l'on y prenne toujours comme entrée la longueur de voie surchargée.

Dans le premier système, il est recommandable de considérer toujours au moins deux trains-types représentant les deux extrêmes du trafic; à savoir : un train à grande vitesse avec les plus grandes charges d'essieu, la plus lourde locomotive, le plus lourd tender et une suite convenable de voitures, puis un train de marchandises avec une locomotive à essieux lourds, nombreux et peu écartés, un tender suffisant, et une longue suite de wagons de la plus lourde espèce. On admettra naturellement les plus grands effets de surcharge résultant de l'un ou l'autre de ces trains, supposés placés dans les positions les plus défavorables.

Le deuxième système est celui auquel les ingénieurs auront le plus souvent recours pour effectuer les calculs courants, même si les charges mobiles ont été prescrites sous forme de trains-types. Au lieu de recommencer pour chaque projet de pont l'étude de ces trains, ou même d'introduire ceux-ci effectivement dans les calculs de résistance, il est bien plus avantageux *de faire cette étude une fois pour toutes*, et d'établir les échelles de surcharges uniformes équivalentes, qu'on pourra ensuite appliquer immédiatement à toutes les portées ou longueurs surchargées, sans aucune étude nouvelle.

économique, puisque les dépenses totales ne monteraient pas à plus de 23 millions de dollars, dont les intérêts seraient couverts par le trafic probable.

Au moment de mettre sous presse, nous recevons sur cette affaire une brochure extrêmement intéressante : *Report of Board of Engineers on New York and New Jersey Bridge*, laquelle contient non seulement le rapport de la commission [1] chargée de faire les études et de comparer toutes les alternatives proposées, mais aussi bon nombre de tableaux, croquis et calculs annexés.

Les conclusions du rapport renferment des résultats remarquables : les frais d'une travée unique de 3,100 pieds = 944m90, montant au double de ceux concernant la portée moindre, un pareil projet paraît impraticable; les frais pour la grande travée supposée du système des ponts suspendus, ne dépassant ceux pour la portée moindre que d'un tiers au plus, ce projet n'est pas impraticable. Nous avons déjà dit qu'on s'est décidé à franchir le fleuve en une seule travée de 3,200 pieds = 975m30, qui sera la plus grande du monde.

VII. — Résolutions proposées pour la question IV-A.

1° Les quantités de fer employées ou à employer pour la construction des ponts métalliques de chemins de fer sont extrêmement variables, abstraction faite des conditions de portée et de hauteur imposées à l'ingénieur par les circonstances locales.

Pour des ponts de même portée, la quantité de métal par mètre de voie varie souvent du simple au double, suivant *les surcharges prescrites*, suivant *les limites de travail intérieur* assignées aux diverses pièces, suivant le système de construction adopté et surtout suivant l'ingénieur qui dresse les projets.

Aussi les formules générales souvent proposées sur la base de considérations très logiques, pour estimer d'avance le poids d'un pont, sont presque toujours en défaut Il est bien préférable de faire le relevé des poids d'un grand nombre de ponts construits et de procéder par voie de comparaison.

Les tableaux dressés par le rapporteur pourront, à cet effet, rendre des services utiles. Toutefois, la comparaison la plus efficace pour chaque ingénieur est celle qui résulte de ses propres projets;

[1] Le rapport est daté du 23 août 1894, la brochure porte l'inscription : *Washington government printing office, 1894*. Les membres de la commission sont : G. Bouscaren, W.-H. Burr, Théodore Cooper, Geo.-S. Morison, C.-W. Raymond. Les annexes concernent en majeure partie des projets de ponts suspendus proposés par MM. G.-H. Schwab, W. Hildenbrand, G. Lindenthal et autres, ainsi que le projet à cantilevers C. Macdonald « de l'Union Bridge C° ».

métal qu'on emploie; dans le cas d'efforts alternés, il convient même de réduire encore quelque peu cette limite;

6° Quant à l'action du vent sur les ponts, on est d'accord presque partout pour se rallier aux coefficients fixés par les ingénieurs en Angleterre vers 1881 (1). Toutefois, les ingénieurs du continent dans les deux mondes ont adouci quelque peu ces règles en admettant que la pression de 170 kilogrammes par mètre carré suffit en tant que les trains sont encore en circulation, tandis que par un vent de 270 kilogrammes par mètre carré le service est forcément interrompu;

7° Pour des ponts convenablement construits, conformément aux conditions citées plus haut, il semble résulter du travail de recensement du rapporteur, concernant les poids de plus d'un millier de constructions citées par les Administrations, que les quantités de métal à investir dans les ponts seraient environ les suivantes (2) :

Portées.		0 m.	10 m.	50 m.	100 m.	200 m.	300 m.	400 m.	500 m.
		Tonnes.	Tonnes.	Tonnes.	Tonnes.	Tonnes.	Tonnes.	Tonnes.	Tonnes.
Poids par mètre de voie.	Minimum . .	0·2	0·6	1·7	3·0	5·6	8·2	10·8	13·5
	Moyenne. . .	0·35	1·0	2·6	4·3	7·3	10·1	12·8	15·5
	Maximum . .	0·5	1·4	3·5	5·6	9·0	12·0	14·8	17·5

Toutefois, les poids indiqués ne peuvent être considérés comme justifiés par la pratique actuelle, que jusqu'à des portées de 200 mètres environ, faute d'un nombre suffisant d'exemples de ponts ayant des portées plus grandes;

8° Enfin, le Congrès estime qu'il serait utile d'étudier, dans chaque pays, si les charges croissantes imposées aux services de la voie et de l'infrastructure, par les véhicules de plus en plus lourds mis en circulation par le service de la traction, sont bien justifiées par les bénéfices qui en résultent.

Cette étude concerne surtout la voie et les ponts métalliques de portée moyenne dont la reconstruction en cours d'exploitation occasionne des dérangements et frais considérables. Pour les ponts métalliques de faible portée, les remplacements s'effectuent facilement par lancement latéral entre le passage de deux trains. Pour les travées métalliques de très grande portée, les reconstructions ou remplacements

(1) *Report of the committee appointed to consider the question of windpressure on railways structures.* London, 1881. G. Edw. Eyre and Spottiswoode.

(2) Cette échelle admet, pour des portées intermédiaires, l'interpolation usuelle rectiligne. Les poids cités ne comprennent pas la voie et le platelage de bois.

Planche I.

TABLEAU GRAPHIQUE

DES SURCHARGES UNIFORMÉMENT RÉPARTIES

par mètre de voie

ÉQUIVALENTES AUX TRAINS-TYPES

métal qu'on emploie; dans le cas d'efforts alternés, il convient même de réduire encore quelque peu cette limite;

6° Quant à l'action du vent sur les ponts, on est d'accord presque partout pour se rallier aux coefficients fixés par les ingénieurs en Angleterre vers 1881 (1). Toutefois, les ingénieurs du continent dans les deux mondes ont adouci quelque peu ces règles en admettant que la pression de 170 kilogrammes par mètre carré suffit en tant que les trains sont encore en circulation, tandis que par un vent de 270 kilogrammes par mètre carré le service est forcément interrompu;

7° Pour des ponts convenablement construits, conformément aux conditions citées plus haut, il semble résulter du travail de recensement du rapporteur, concernant les poids de plus d'un millier de constructions citées par les Administrations, que les quantités de métal à investir dans les ponts seraient environ les suivantes (2) :

Portées.		0 m.	10 m.	50 m.	100 m.	200 m.	300 m.	400 m.	500 m.
		Tonnes.	Tonnes.	Tonnes.	Tonnes.	Tonnes.	Tonnes.	Tonnes.	Tonnes.
Poids par mètre de voie.	Minimum . .	0·2	0·6	1·7	3·0	5·6	8·2	10·8	13·5
	Moyenne. . .	0·35	1·0	2·6	4·3	7·3	10·1	12·8	15·5
	Maximum . .	0·5	1·4	3·5	5·6	9·0	12·0	14·8	17·5

Toutefois, les poids indiqués ne peuvent être considérés comme justifiés par la pratique actuelle, que jusqu'à des portées de 200 mètres environ, faute d'un nombre suffisant d'exemples de ponts ayant des portées plus grandes;

8° Enfin, le Congrès estime qu'il serait utile d'étudier, dans chaque pays, si les charges croissantes imposées aux services de la voie et de l'infrastructure, par les véhicules de plus en plus lourds mis en circulation par le service de la traction, sont bien justifiées par les bénéfices qui en résultent.

Cette étude concerne surtout la voie et les ponts métalliques de portée moyenne dont la reconstruction en cours d'exploitation occasionne des dérangements et frais considérables. Pour les ponts métalliques de faible portée, les remplacements s'effectuent facilement par lancement latéral entre le passage de deux trains. Pour les travées métalliques de très grande portée, les reconstructions ou remplacements

(1) *Report of the committee appointed to consider the question of windpressure on railways-structures*. London, 1881. G. Edw. Eyre and Spottiswoode.

(2) Cette échelle admet, pour des portées intermédiaires, l'interpolation usuelle rectiligne. Les poids cités ne comprennent pas la voie et le platelage de bois.

Planche I.

TABLEAU GRAPHIQUE

DES SURCHARGES UNIFORMÉMENT RÉPARTIES

par mètre de voie

ÉQUIVALENTES AUX TRAINS-TYPES

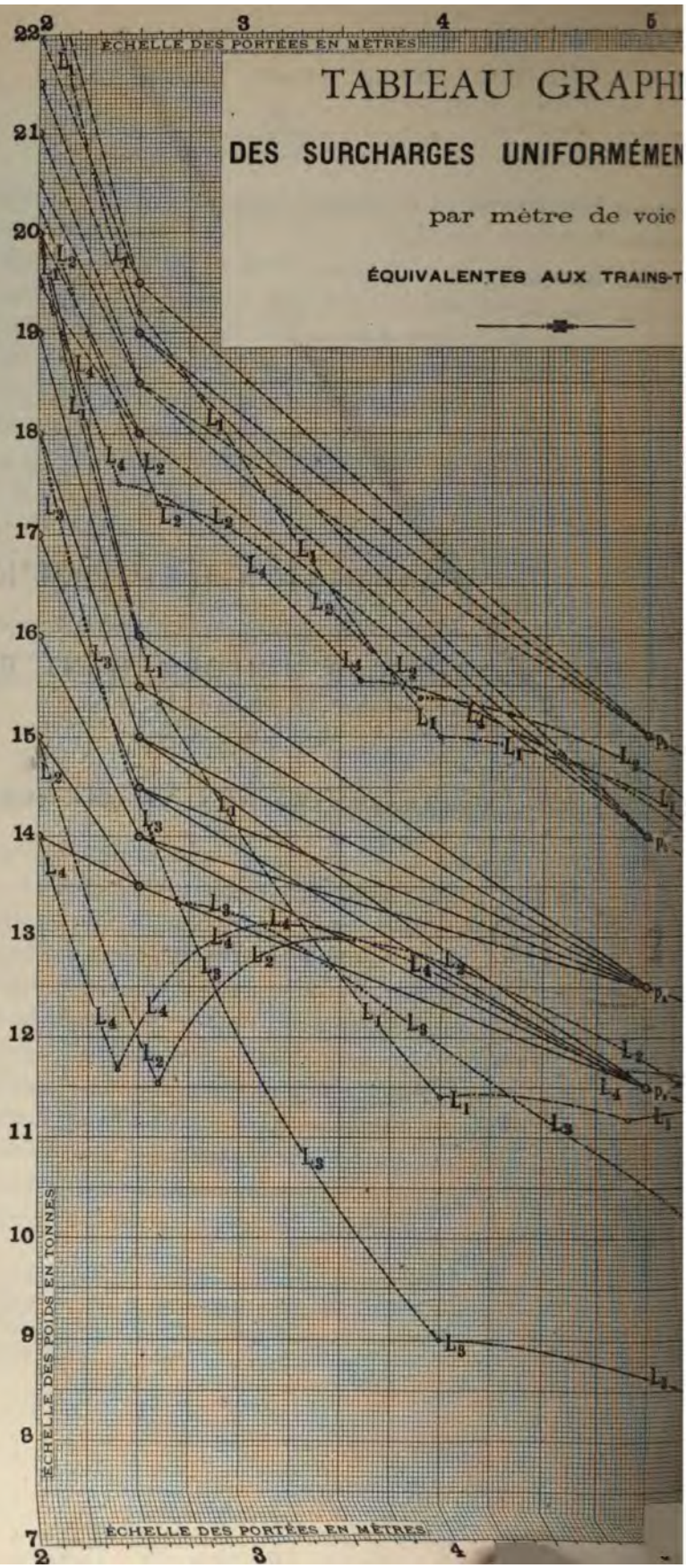
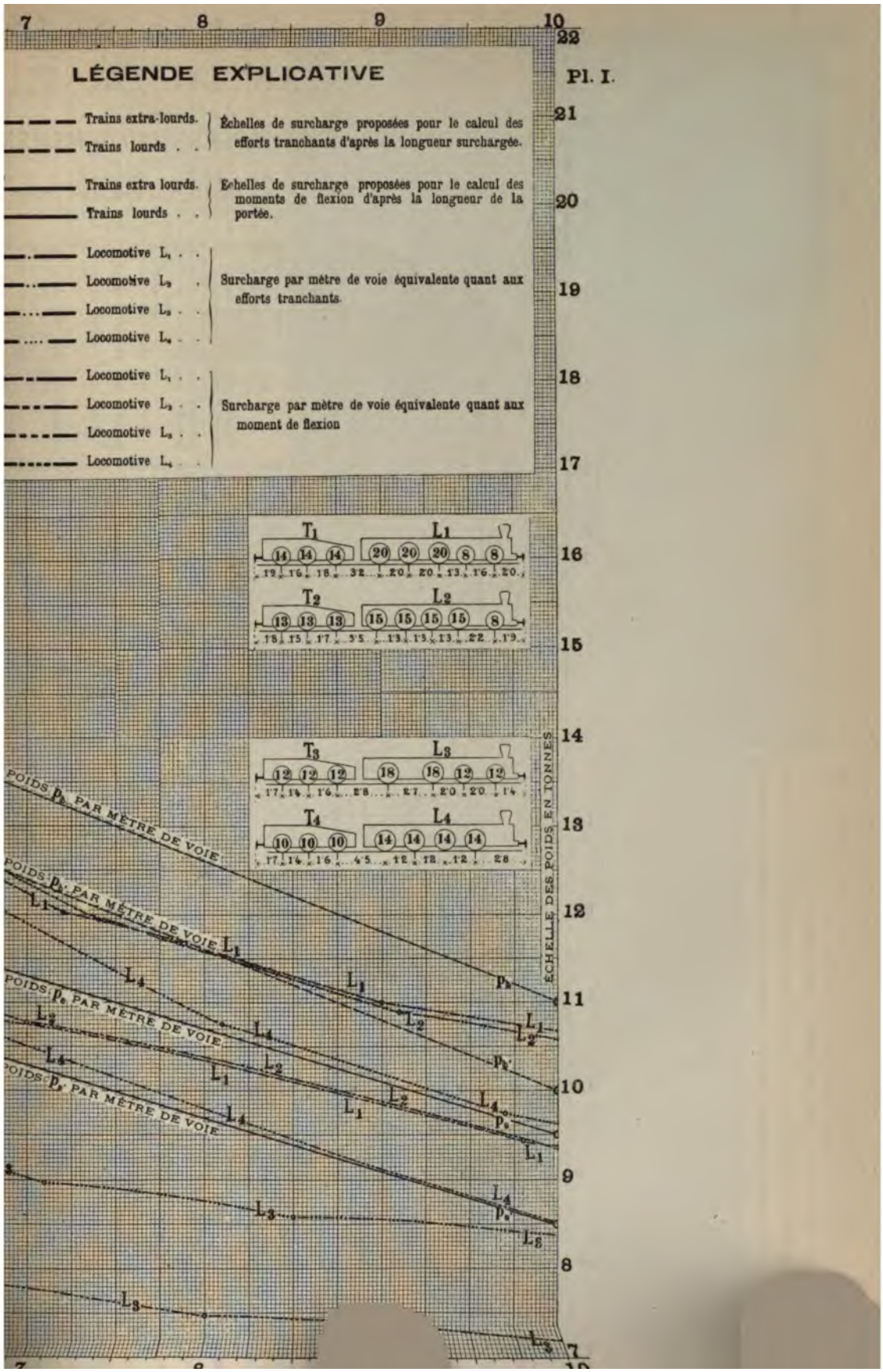


TABLEAU GRAPHI
DES SURCHARGES UNIFORMÉMEN
par mètre de voie
ÉQUIVALENTES AUX TRAINS-T
ÉCHELLE DES PORTÉES EN MÈTRES
ÉCHELLE DES POIDS EN TONNES
ÉCHELLE DES PORTÉES EN MÈTRES


LÉGENDE EXPLICATIVE
Pl. I.
Trains extra-lourds.
Trains lourds
Échelles de surcharge proposées pour le calcul des efforts tranchants d'après la longueur surchargée.
Trains extra lourds.
Trains lourds
Échelles de surcharge proposées pour le calcul des moments de flexion d'après la longueur de la portée.
Locomotive L1
Locomotive L2
Locomotive L3
Locomotive L4
Surcharge par mètre de voie équivalente quant aux efforts tranchants.
Locomotive L1
Locomotive L2
Locomotive L3
Locomotive L4
Surcharge par mètre de voie équivalente quant aux moment de flexion
T1 L1
14 14 14 20 20 20 8 8
12 16 18 32 20 20 13 16 20
T2 L2
13 13 13 15 15 15 15 8
18 15 17 35 13 13 13 22 19
T3 L3
12 12 12 18 18 12 12
17 14 16 28 27 20 20 14
T4 L4
10 10 10 14 14 14 14
17 14 16 45 12 12 12 28
POIDS P6 PAR MÈTRE DE VOIE
POIDS P4 PAR MÈTRE DE VOIE
POIDS P6 PAR MÈTRE DE VOIE
POIDS P5 PAR MÈTRE DE VOIE
ÉCHELLE DES POIDS EN TONNES
22
21
20
19
18
17
16
15
14
13
12
11
10
9
8
7

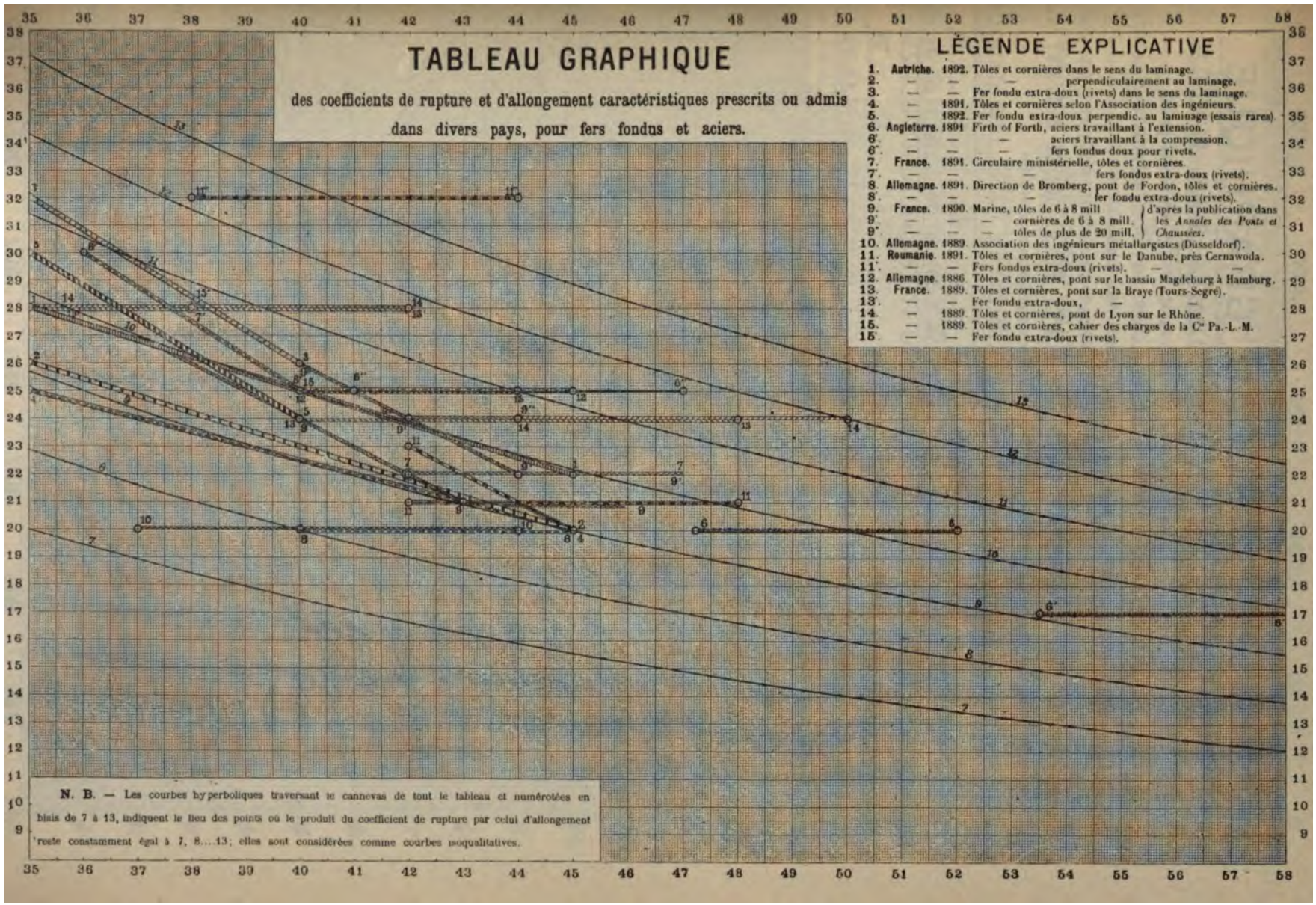
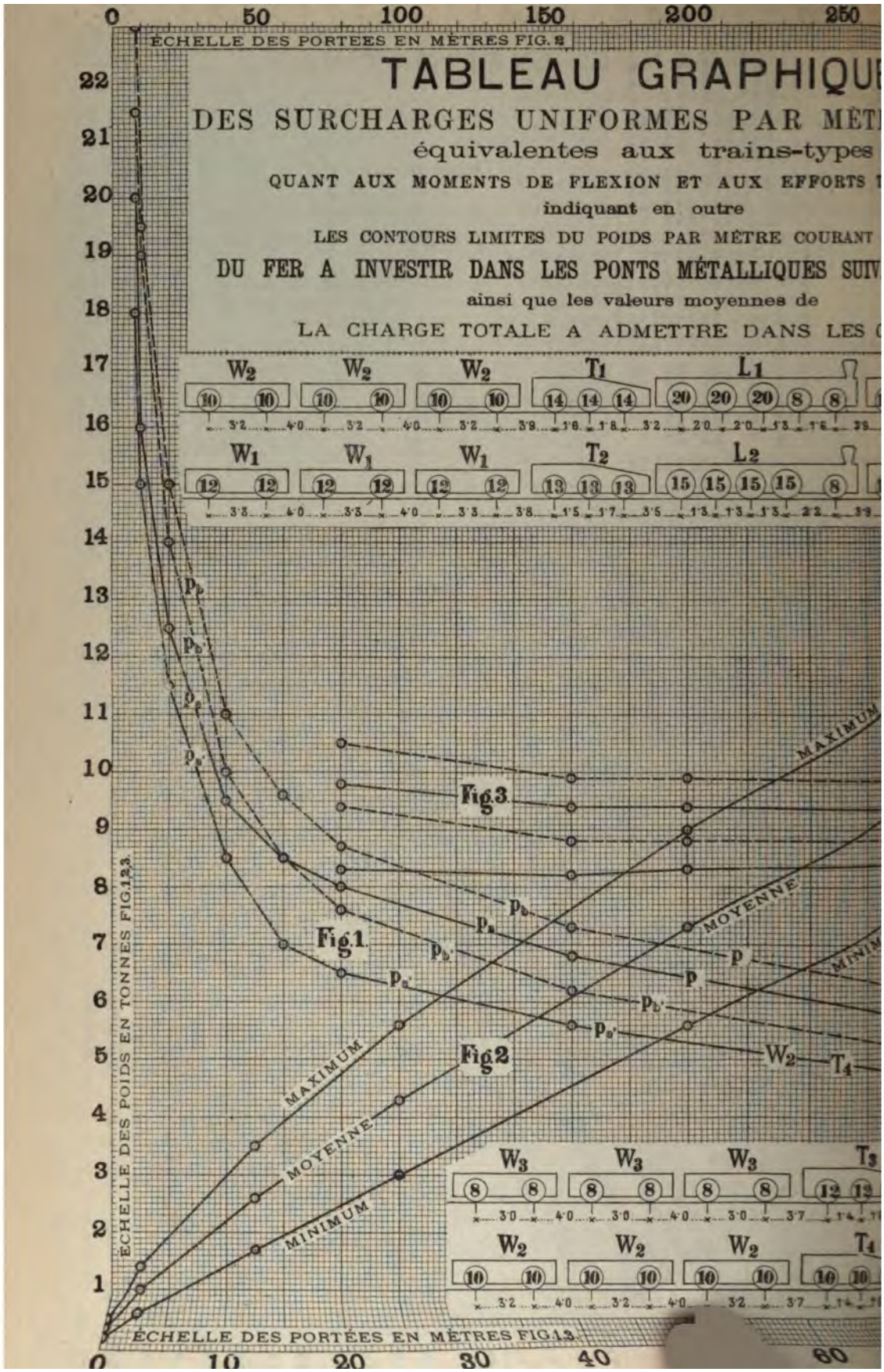


TABLEAU GRAPHIQUE
des coefficients de rupture et d'allongement caractéristiques prescrits ou admis dans divers pays, pour fers fondus et aciers.
LÉGENDE EXPLICATIVE
1. Autriche. 1892. Tôles et cornières dans le sens du laminage.
2. — — — perpendiculairement au laminage.
3. — — Fer fondu extra-doux (rivets) dans le sens du laminage.
4. — 1891. Tôles et cornières selon l'Association des ingénieurs.
5. — 1892. Fer fondu extra-doux perpendic. au laminage (essais rares).
6. Angleterre. 1891 Firth of Forth, aciers travaillant à l'extension.
6'. — — — aciers travaillant à la compression.
6''. — — — fers fondus doux pour rivets.
7. France. 1891. Circulaire ministérielle, tôles et cornières.
7'. — — — fers fondus extra-doux (rivets).
8. Allemagne. 1891. Direction de Bromberg, pont de Fordon, tôles et cornières.
8'. — — — fer fondu extra-doux (rivets).
9. France. 1890. Marine, tôles de 6 à 8 mill. } d'après la publication dans
9'. — — — cornières de 6 à 8 mill. } les Annales des Ponts et
9''. — — — tôles de plus de 20 mill. } Chaussées.
10. Allemagne. 1889. Association des ingénieurs métallurgistes (Dusseldorf).
11. Roumanie. 1891. Tôles et cornières, pont sur le Danube, près Cernawoda.
11'. — — Fers fondus extra-doux (rivets). — —
12. Allemagne. 1886. Tôles et cornières, pont sur le bassin Magdeburg à Hamburg.
13. France. 1889. Tôles et cornières, pont sur la Braye (Tours-Segré).
13'. — — Fer fondu extra-doux, — —
14. — 1889. Tôles et cornières, pont de Lyon sur le Rhône.
15. — 1889. Tôles et cornières, cahier des charges de la Cie Pa.-L.-M.
15'. — — Fer fondu extra-doux (rivets).
N. B. — Les courbes hyperboliques traversant le cannevas de tout le tableau et numérotées en bleu de 7 à 13, indiquent le lieu des points où le produit du coefficient de rupture par celui d'allongement reste constamment égal à 7, 8....13; elles sont considérées comme courbes isoqualitatives.


ÉCHELLE DES PORTEES EN MÈTRES FIG. 2
TABLEAU GRAPHIQU
DES SURCHARGES UNIFORMES PAR MÈT
équivalentes aux trains-types
QUANT AUX MOMENTS DE FLEXION ET AUX EFFORTS
indiquant en outre
LES CONTOURS LIMITES DU POIDS PAR MÈTRE COURANT
DU FER A INVESTIR DANS LES PONTS MÉTALLIQUES SUIV
ainsi que les valeurs moyennes de
LA CHARGE TOTALE A ADMETTRE DANS LES
W2 W2 W2 T1 L1
W1 W1 W1 T2 L2
W3 W3 W3 T3
W2 W2 W2 T4
Fig.1
Fig.2
Fig.3
MAXIMUM
MOYENNE
MINIMUM
W2 T4
ÉCHELLE DES POIDS EN TONNES FIG.1.2.3.
ÉCHELLE DES PORTÉES EN MÈTRES FIG.1.3.

LÉGENDE EXPLICATIVE

p_a —— Surcharges $\mathfrak{a}$ pour moments de flexion.	Trains extra-lourds.	Fig. 1.
p_b - - Surcharges $\mathfrak{b}$ pour efforts tranchants.		
$p_{a'}$ —— Surcharges $\mathfrak{a}'$ pour moments de flexion.	Trains lourds.	
$p_{b'}$ - - Surcharges $\mathfrak{b}'$ pour efforts tranchants.		
—— Lignes pleines avec inscriptions : contours du poids de fer investi par mètre de voie.		Fig. 2.
q_m . . . . Charge permanente moyenne composée du poids moyen de fer investi et de 400 kilogrammes pour voie et platelage.		
q_m+ . . . Charges totales obtenues comme somme de la charge permanente moyenne et chacune des surcharges de la fig. 1. (Ces valeurs n'ont pas d'emploi pour les surcharges partielles, conformes au principe des longueurs surchargées.)		Fig. 3.

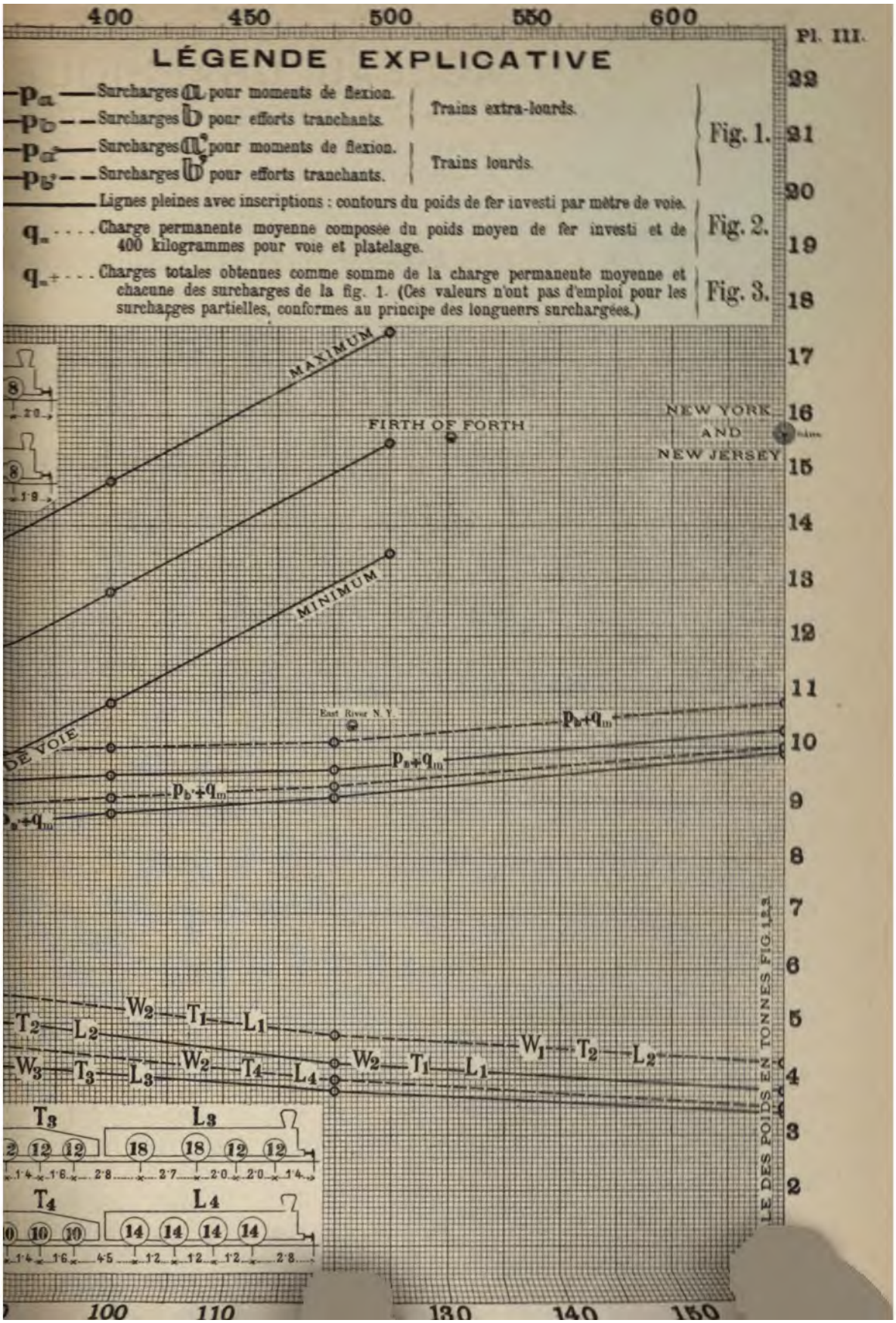
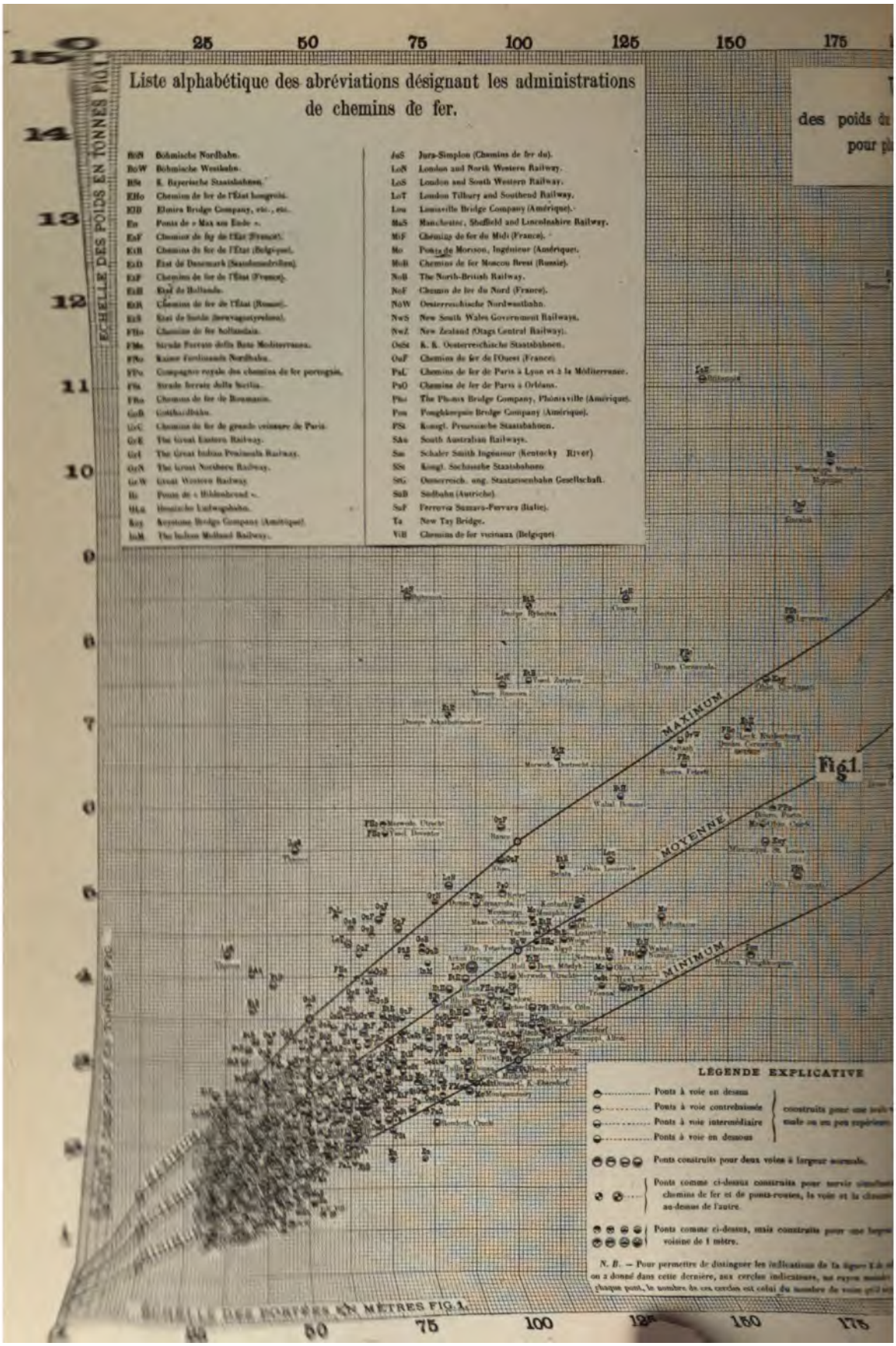
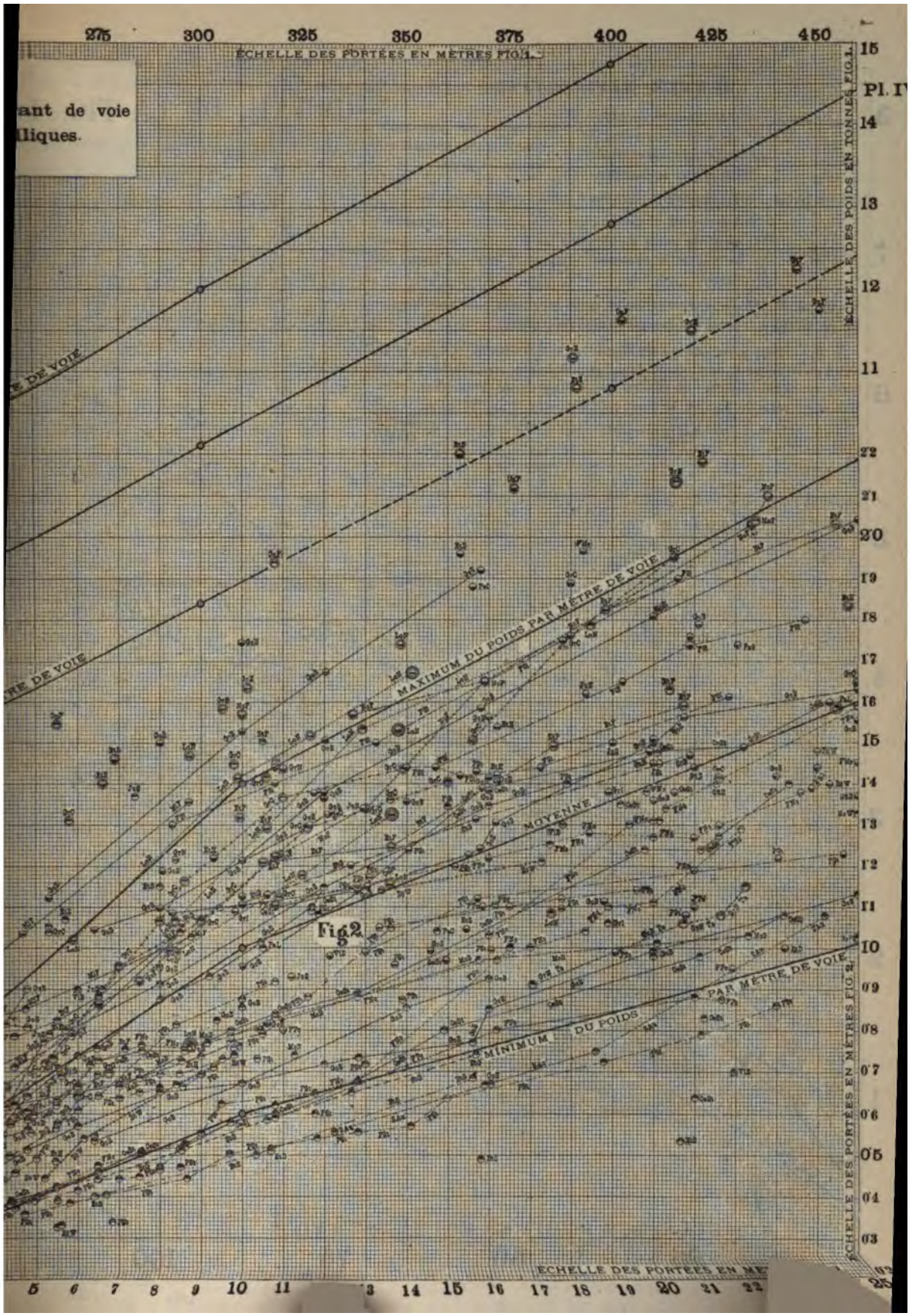


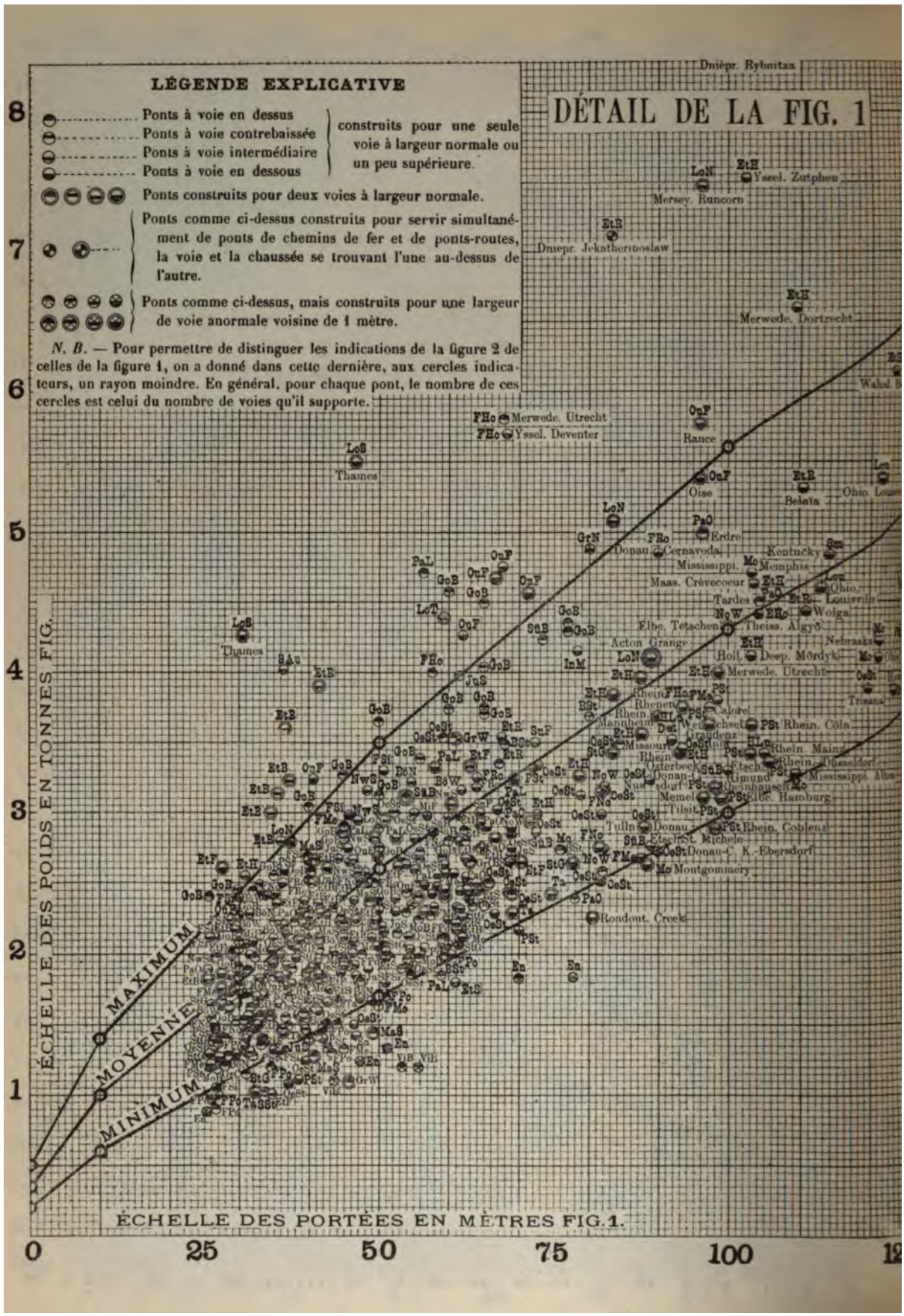
Planche IV.

TABLEAU GRAPHIQUE

des poids du fer employé par mètre courant de voie pour plus d'un millier de travées métalliques.


Liste alphabétique des abréviations désignant les administrations de chemins de fer.
BöN Böhmische Nordbahn.
BöW Böhmische Westbahn.
BSt K. Bayerische Staatsbahnen.
EHo Chemin de fer de l'Etat hongrois.
EIB Elmira Bridge Company, etc., etc.
Ep Ponts de « Max am Ende ».
EsF Chemins de fer de l'Etat (France).
EtB Chemins de fer de l'Etat (Belgique).
EtD Etat de Danemark (Statsbanedriften).
EtF Chemins de fer de l'Etat (France).
EtH Etat de Hollande.
EtR Chemins de fer de l'Etat (Russie).
EtS Etat de Suède (Statsvagnstyrelsen).
FHo Chemins de fer hollandais.
FMe Strade Ferrate della Rete Mediterranea.
FNo Kaiser Ferdinands Nordbahn.
FPo Compagnie royale des chemins de fer portugais.
FSi Strade ferrate della Sicilia.
FRo Chemins de fer de Roumanie.
GoB Gotthardbahn.
GrC Chemins de fer de grande ceinture de Paris.
GrE The Great Eastern Railway.
GrI The Great Indian Peninsula Railway.
GrN The Great Northern Railway.
GrW Great Western Railway.
Hi Ponts de « Hildenbrand ».
HuG Hongroise Ludwigsbahn.
Ky Keystone Bridge Company (Amérique).
LnM The Indian Midland Railway.
JuS Jura-Simplon (Chemins de fer du).
LoN London and North Western Railway.
LoS London and South Western Railway.
LoT London Tilbury and Southend Railway.
Lou Louisville Bridge Company (Amérique).
MaS Manchester, Sheffield and Lincolnshire Railway.
MiF Chemins de fer du Midi (France).
Mo Ponts de Morison, Ingénieur (Amérique).
MoB Chemins de fer Moscou Brest (Russie).
NoB The North-British Railway.
NoF Chemins de fer du Nord (France).
NöW Oesterreichische Nordwestbahn.
NwS New South Wales Government Railways.
NwZ New Zealand (Otago Central Railway).
OeSt K. k. Oesterreichische Staatsbahnen.
OuF Chemins de fer de l'Ouest (France).
PaL Chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée.
PaO Chemins de fer de Paris à Orléans.
Phi The Phœnix Bridge Company, Phœnixville (Amérique).
Pou Poughkeepsie Bridge Company (Amérique).
PSt Kongl. Preussische Staatsbahnen.
SAu South Australian Railways.
Sm Schaler Smith Ingénieur (Kentucky River).
SSt Kongl. Sächsische Staatsbahnen.
StG Oesterreich. ung. Staatseisenbahn Gesellschaft.
StB Südbahn (Autriche).
SuF Ferrovie Sumara-Ferrara (Italie).
Ta New Tay Bridge.
ViB Chemins de fer vicinaux (Belgique).
des poids du
pour pl
MAXIMUM
MOYENNE
MINIMUM
Fig. 1.
LÉGENDE EXPLICATIVE
Ponts à voie en dessus
Ponts à voie contrebissée
Ponts à voie intermédiaire
Ponts à voie en dessous
construits pour une voie seule ou un peu supérieure.
Ponts construits pour deux voies à largeur normale.
Ponts comme ci-dessus construits pour servir simultanément chemins de fer et de ponts-routes, la voie et la chaussée au-dessus de l'autre.
Ponts comme ci-dessus, mais construits pour une largeur voisine de 1 mètre.
N. B. — Pour permettre de distinguer les indications de la figure 1 de celles on a donné dans cette dernière, aux cercles indicateurs, un rayon moindre; chaque point, le nombre des cercles est celui du nombre de voies qu'il sert.
ÉCHELLE DES POIDS EN TONNES FIG. 1
ÉCHELLE DES PORTÉES EN MÈTRES FIG. 1
25
50
75
100
125
150
175
14
13
12
11
10
0


ant de voie
liques.
Pl. IV
ÉCHELLE DES PORTÉES EN MÈTRES FIG. 1.
ÉCHELLE DES POIDS EN TONNES FIG. 1.
MAXIMUM DU POIDS PAR MÈTRE DE VOIE
MOYENNE
MINIMUM DU POIDS PAR MÈTRE DE VOIE
Fig. 2
ÉCHELLE DES PORTÉES EN MÈTRES FIG. 2.
275 300 325 350 375 400 425 450
5 6 7 8 9 10 11 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22


DÉTAIL DE LA FIG. 1
LÉGENDE EXPLICATIVE
Ponts à voie en dessus
Ponts à voie contrebaissée
Ponts à voie intermédiaire
Ponts à voie en dessous
construits pour une seule voie à largeur normale ou un peu supérieure.
Ponts construits pour deux voies à largeur normale.
Ponts comme ci-dessus construits pour servir simultanément de ponts de chemins de fer et de ponts-routes, la voie et la chaussée se trouvant l'une au-dessus de l'autre.
Ponts comme ci-dessus, mais construits pour une largeur de voie anormale voisine de 1 mètre.
N. B. — Pour permettre de distinguer les indications de la figure 2 de celles de la figure 1, on a donné dans cette dernière, aux cercles indicateurs, un rayon moindre. En général, pour chaque pont, le nombre de ces cercles est celui du nombre de voies qu'il supporte.
MAXIMUM
MOYENNE
MINIMUM
ÉCHELLE DES POIDS EN TONNES FIG.
ÉCHELLE DES PORTÉES EN MÈTRES FIG. 1.
0
25
50
75
100
1
2
3
4
5
6
7
8

ne s'effectuent presque jamais (Conway, Britannia, Saltash) vu le rôle peu important qu'y jouent les charges mobiles. Mais pour tous les ouvrages compris entre ces extrêmes ainsi que pour la voie, l'étude dont il s'agit conserve une grande importance.

Résolution proposée pour la question IV-B.

Les surcharges d'épreuve initiales et périodiques, usitées dans presque tous les pays pour les ponts métalliques de chemins de fer, sont indispensables; elles constituent une garantie de sécurité que l'on doit au public des voyageurs et au personnel de service.

Toutefois, les résultats favorables fournis par ces épreuves ne constituent qu'une indication pour les ingénieurs; ils ne dispensent en aucune façon du service détaillé de surveillance et d'entretien concernant toutes les parties composantes de chaque construction.

ANNEXE 1.

Ordonnance du ministère I. R. du commerce (Autriche), en date du 15 septembre 1887 (Reichsgesetzblatt Nr 109 ex 1887), concernant les conditions de sécurité à observer à l'égard des ponts de chemins de fer, des ponts par-dessus les chemins de fer (1) et des ponts de routes d'accès aux chemins de fer (1). (Verordnung des K. K. Handelsministeriums vom 15 September 1887 betreffend die Sicherheitsrücksichten, welche bei Eisenbahnbrücken, Bahnüberbrückungen und Zufahrtsstrassenbrücken zu beobachten sind.)

(*Traduction.*)

Vu la loi du 16 novembre 1851 (R.-G.-Bl. Nr 1 ex 1852) (2) sur l'exploitation des chemins de fer, il est ordonné ce qui suit :

A. — Ponts de chemins de fer a construire.

§ 1. — *Présentation des projets.*

Les projets de ponts de chemins de fer à construire seront, avant tout commencement des travaux, soumis à l'approbation du Ministère du commerce.

Le dossier des projets présentés devra contenir :

a) Un plan de l'ensemble du pont, à l'échelle de 1 : 1000, des dessins d'ensemble et de détail représentant les piles à l'échelle de 1 : 100, l'épure de la distribution de la matière (3), les dessins d'ensemble et de détail

(*Texte original.*)

Auf Grund der Bestimmungen der Eisenbahn-Betriebsordnung vom 16. November 1851 (R.-G.-Bl. N° 1 ex 1852), wird Folgendes verordnet :

A. — Neu zu erbauende eisenbahnbrücken.

§ 1. — *Projectsvorlage.*

Die Bauentwürfe für neu herzustellende Eisenbahnbrücken sind noch vor Beginn der Herstellung dem Handelsministerium zur Genehmigung vorzulegen.

Diese Vorlage hat zu enthalten :

a) Eine Situationsskizze der generellen Brückenanlage im Massstabe von 1 : 1,000, sowie die Uebersichts- und Detailzeichnungen der Pfeileranlage im Massstabe von 1 : 100, ferner die schematische Materialvertheilung, die Uebersichts- und Detailzeichnungen der

(1) Le mot alleman l « Bahnüberbrückung » peut concerner un pont-route, une passerelle, un aqueduc, même un pont de voie ferrée industrielle, etc., et ne saurait, par conséquent, être traduit exactement par « passage supérieur » qui est le terme français usuel. La difficulté des compétences concernant ces ponts ainsi que ceux des routes d'accès provient de ce qu'en Autriche les voies de communication relèvent de trois ministères (commerce, intérieur et agriculture) suivant les cas, les *chemins de fer d'intérêt public* (c'est-à-dire accessibles au public) et tout ce qui s'y rapporte, relevant exclusivement du ministère du commerce.

(2) « Eisenbahn-Betriebsordnung », c'est-à-dire règlement sur..., aurait plutôt le caractère d'une « ordonnance » ou d'un « décret », si la date ancienne de sa publication ne lui donnait *force de loi*, ce qui veut dire *la même importance que possède une loi votée par les Chambres actuelles.*

(3) « Materialvertheilung » s'entend généralement comme synonyme de « épure des tôles »; peut toutefois être appliqué à toute autre matière de construction que du fer.

de la construction résistant aux charges, les dessins de détail à l'échelle de 1 : 10 (pour certains dessins annexés, représentant des groupes de détails, on admettra 1 : 15 ou 1 : 20). Les pièces de la construction y seront définies tant au point de vue de la qualité de la matière qu'au point de vue des dimensions relatives aux conditions de résistance;

b) Les renseignements concernant la charge propre (charge permanente);

c) La justification théorique des dimensions adoptées dans les diverses parties de la construction [1]; pour les lignes d'intérêt local et les lignes industrielles, on joindra au dossier le barème des surcharges produites par les véhicules les plus lourds du matériel roulant [2];

d) Pour les ponts de plus de 20 *m* de portée tout comme pour les constructions conçues dans un système ou avec des proportions exceptionnelles, le calcul des déformations caractéristiques résultant des charges accidentelles.

§ 2. — *Espace libre à ménager sur les ponts.*

Le tablier des ponts à voie en dessus ou à voie contrebaissée doit avoir une largeur suffisante pour qu'en tout point du pont il y ait un intervalle d'au moins 2·15 *m* compris entre l'axe de la voie et les appuis horizontaux du garde-corps ou les rebords extérieurs de platelage les plus proches.

Le même espace libre doit encore être ménagé dans les ponts à voie en dessous ou à voie intermédiaire, entre l'axe de la voie et les bandes ou barres diagonales, jusqu'à 2 *m* de hauteur au-dessus du platelage.

L'écartement pourra être réduit au droit des montants verticaux et des contrefiches verticales; toutefois, ces pièces, ainsi que

Tragconstruction, letztere im Maassstabe von 1 : 10 (für etwa beigegebene Detailübersichtszeichnungen auch 1 : 15 oder 1 : 20) mit Angabe der für die Tragfähigkeit massgebenden Dimensionen und des Materiales der Constructionstheile;

b) Den Nachweis des Eigengewichtes (bleibende Last);

c) Die theoretische Begründung der Dimensionen der Constructionstheile und bei Local- und Schleppbahnen ausserdem ein den schwersten Fahrbetriebsmitteln entsprechendes Belastungsschema;

d) Für Brücken von mehr als 20 *m* Stützweite, sowie bei aussergewöhnlichen Systemen oder Constructionsverhältnissen die Berechnung der unter der zufälligen Belastung entstehenden grössten charakteristischen elastischen Formänderungen der Construction.

§ 2. — *Räumliche Anordnung der Brücken.*

Das Brückenplanum muss bei oben liegender, beziehungsweise versenkter Bahn derart breit angeordnet sein, dass an jeder Brückenstelle zwischen der Geleiseachse und dem nächsten Geländerstabe oder äusseren Dielungsrande eine Entfernung von mindestens 2·15 *m* vorhanden ist.

Die gleiche lichte Entfernung muss auch bei unten-, beziehungsweise zwischenliegender Bahn zwischen der Geleiseachse und den Gurtungen, sowie den Diagonalstreben, und zwar bis auf 2 *m* Höhe oberhalb der Dielung vorhanden sein.

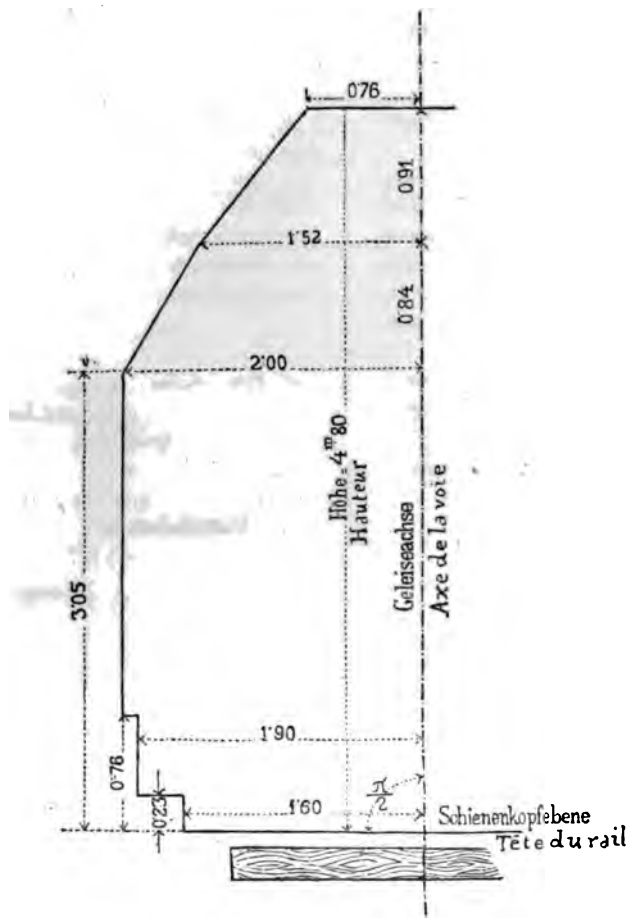
Für Verticalständer und verticale Absteifungen ist eine geringere Entfernung zulässig; für diese, sowie für alle hier nicht besproche-

[1] Ce qu'on appelle les *calculs de résistance*.

[2] Ce renseignement sert au classement de ces lignes, quant aux surcharges à prescrire suivant le § 3, lit. *h*, comportant une réduction de 20 ou 40 p. c. suivant le cas.

toutes les autres parties de la construction non mentionnées, devront rester en dehors du gabarit de libre passage figuré ci-dessous.

nen Constructionstheile überhaupt, ist jedoch mindestens das untenstehende Lichtraumprofil einzuhalten.



§ 3. — *Charges.*

Les charges à faire entrer dans les calculs de résistance se composent du poids propre de la construction (charge permanente) et des charges accidentelles provenant du matériel roulant (charge mobile).

On aura à tenir compte, en outre, des effets

§ 3. — *Belastung.*

Die der Berechnung zugrunde zu le Belastung setzt sich aus dem Eigengew der Construction (bleibende Last und durch die Fahrbetriebsmittel erzeugte fälligen Last (Verkehrslast) zusammen.

Ausserdem müssen auch die Einfluss

du vent et, en tant que le système de construction adopté le rendra nécessaire, des changements de température. Pour les calculs de résistance, on se conformera aux prescriptions suivantes :

a) Pour le calcul des bandes dans les ponts des types les plus usuels à travées indépendantes, la charge accidentelle par mètre courant à admettre comme uniformément répartie sur toute la portée, comptée entre les milieux des appuis, sera fixée par le tableau (scala, échelle) suivant :

Winddruckes, und wenn es das Constructionssystem bedingt, auch jene der Temperaturveränderungen u. s. w. entsprechend berücksichtigt werden.

Für die Berechnungen hat Folgendes zu gelten :

a) Die der Berechnung der Gurtungen zugrunde zu legende und auf das ganze Brückenfeld auszudehnende zufällige Belastung ist bei den üblichen frei aufliegenden Constructionen für jedes Geleise pro laufenden Meter gleich vertheilt, je nach der von Mitte zu Mitte der Auflager zu rechnenden Stützweite folgendermassen festgesetzt :

Scala a.

Portée en mètres. (Stützweite in Metern.)	Charge mobile en tonnes. (Zufällige Last in Tonnen.)	Portée en mètres. (Stützweite in Metern.)	Charge mobile en tonnes. (Zufällige Last in Tonnen.)	Portée en mètres. (Stützweite in Metern.)	Charge mobile en tonnes. (Zufällige Last in Tonnen.)
1·0	30	5	11·5	40	5·6
1·5	20	10	8·5	80	4·4
2·0	15	15	7·0	120	3·8
2·5	13·5	20	6·5	160	3·4

Pour les portées intermédiaires, on effectuera une interpolation rectiligne. (Für dazwischenfallende Stützweiten ist geradlinig zu interpoliren.)

b) Pour le calcul des croisillons par contre dans les maîtresses poutres des mêmes ponts, les efforts tranchants dus à la charge accidentelle et comptés dans un sens ou dans l'autre pour chaque section, se détermineront par l'hypothèse d'une surcharge s'étendant depuis la section en question jusqu'à l'appui à considérer suivant le sens de l'effort cherché.

Cette surcharge sera fixée par mètre courant de voie indépendamment de la portée du pont et en tenant compte seulement de la longueur de la partie de pont surchargée, conformément au tableau (scala, échelle) ci-après [1].

b) Für die Berechnung der Verstrebungen in den Hauptträgern der bezeichneten Constructionen sind dagegen die der zufälligen Belastung entsprechenden grössten Abscherungskräfte in der einen oder anderen Richtung für jeden Brückenquerschnitt derart zu bestimmen, dass man eine nur von diesem Querschnitte bis zu dem bezüglichen Auflager reichende Belastung zuzieht.

Für diese Belastung hat dann ohne Rücksicht auf die Stützweite der Brücke und nur nach der Länge des belasteten Brückentheiles pro laufenden Meter Geleise gerechnet, folgende Scala zu gelten.

[1] Ce principe de la charge fixée *par m courant de la longueur de portée surchargée*, constitue l'innovation la plus importante que la nouvelle ordonnance autrichienne introduit dans les calculs de résistance.

Scala b.

Longueur de portée surchargée en mètres. (Länge des belasteten Brückentheiles in Metern.)	Charge par mètre de la partie de pont surchargée en tonnes. (Zufällige Last per Meter d. belasteten Brückenlänge in Tonnen.	Longueur de portée surchargée en mètres. (Länge des belasteten Brückentheiles in Metern.)	Charge par mètre de la partie de pont surchargée en tonnes. (Zufällige Last per Meter d. belasteten Brückenlänge in Tonnen.)	Longueur de portée surchargée en mètres. (Länge des belasteten Brückentheiles in Metern.	Charge par mètre de la partie de pont surchargée en tonnes. (Zufällige Last per Meter d. belasteten Brückenlänge in Tonnen.)
1·0	30	5	14·0	40	6 2
1·5	25	10	10·0	80	4·8
2·0	20	15	8·5	120	4·0
2·5	18	20	7·6	160	3·5

Pour les longueurs intermédiaires, on procédera par interpolation rectiligne. (Für dazwischenfallende Längen ist geradlinig zu interpoliren.)

c) Pour les ponts à poutres continues reposant sur plus de deux appuis, on calculera les bandes en admettant pour les travées surchargées les charges qui, d'après le tableau **a**, correspondent à leurs portées, tout en tenant compte des combinaisons de surcharge qui produisent les plus grands moments de flexion.

Pour le calcul des croisillons des mêmes ponts, on admettra, pour la travée considérée, les charges du tableau **b** et pour les combinaisons d'autres travées surchargées simultanément, les charges du tableau **a**.

d) Pour les ponts autres que ceux qui sont mentionnés lit. *a*, *b* et *c* (ponts à suspension, ponts à arc-boutants, ponts en arcs, ponts à poutres équilibrées, etc.), et en tant que la simple application des tableaux **a** et **b** ne sera pas admissible, on choisira des trains de surcharge qui, pour les ponts usuels à travées indépendantes, correspondent à peu près aux charges prescrites pour ces ponts, et on admettra à cet effet ce qui suit :

La charge mobile sera censée produite par

c) Bei continuirlichen Constructionen sind der Berechnung der Gurtungen die den Stützweiten der belasteten Brückenfelder nach Scala **a** zufallenden Belastungen zugrunde zu legen und jene Belastungscombinationen zu berücksichtigen, welche die maximalen Momente ergeben.

Für die Berechnung der Verstrebung dieser Constructionen sind dagegen innerhalb der betrachteten Oeffnung die Belastungen nach Scala **b**, für die gleichzeitig aber auch auf den anderen Brückenfeldern anzunehmenden Belastungscombinationen nur die Belastungen nach Scala **a** in Rechnung zu bringen.

d) Für andere als die in lit. *a*, *b* und *c* betrachteten Constructionen (Hängewerke, Sprengwerke, Bogenbrücken, Balancetäger, u. s. w.), sind, insoferne nicht die einfache Anwendung der Scalen **a** und **b** zulässig sein sollte, die anzunehmenden Belastungszüge derart zu wählen, dass dieselben bei den üblichen, frei aufliegenden Trägern annähernd den für Letztere gegebenen Belastungen entsprechen und haben hiefür folgende Annahmen zu gelten :

Als Verkehrslast ist ein ideeller, mit drei

un train composé de trois locomotives à quatre essieux, ayant chacune 3.60 *m* d'écartement entre essieux extrêmes et 9.50 *m* de longueur totale, avec leurs tenders à trois essieux, ayant chacun 3 *m* d'écartement entre essieux extrêmes et 6·10 *m* de longueur totale et avec le nombre de wagons nécessaires ayant chacun deux essieux écartés de 3 *m* et une longueur totale de 7 *m*. Les charges d'essieu dans ce train seront en principe de 13 *t* pour les locomotives, de 10 *t* pour les tenders et de 8 *t* pour les wagons.

Les effets de la surcharge résultant du train considéré devront toutefois être augmentés pour les petites ouvertures en vue de charges d'essieu s'élevant à 14 *t*; pour de très grandes ouvertures, par contre, ils seront susceptibles d'une certaine réduction en vue de la probabilité que les charges et écartements d'essieux ne seront pas constitués tous de la manière la plus défavorable.

e) Pour le calcul des poutres transversales intermédiaires, on admettra comme charge mobile la moitié de la charge totale qui, d'après le tableau **a**, serait applicable à un pont ayant pour portée la distance des deux poutres transversales immédiatement voisines sur la gauche et sur la droite (1) de celle qu'on aura à considérer.

Le calcul des poutres transversales de rive se fera dans chaque cas spécial suivant leur disposition en construction, en remplaçant celle des poutres voisines faisant défaut pour appliquer la règle ci-dessus par un support théorique de la voie pris à distance convenable.

Les longerons seront traités comme des maîtresses poutres reposant sur les poutres transversales.

f) L'action du vent sera déterminée par l'hypothèse d'un effort transversal de 270 *kg* par m^2 agissant sur le pont non chargé et de

vierachsigen Locomotiven zu je 3·6 *m* Gesammtradstand und 9·5 *m* Gesammtlänge sammt deren dreiachsigen Schlepptendern zu je 3 *m* Gesammtradstand und 6·1 *m* Gesammtlänge, sowie den noch erforderlichen zweiachsigen Lastwagen zu je 3 *m* Radstand und 7 *m* Gesammtlänge zusammengestellter Zug in Betracht zu ziehen, für welchen principiell der Achsendruck bei der Locomotive 13 *t*, bei dem Tender 10 *t* und bei dem Lastwagen 8 *t* beträgt.

Die Einwirkungen dieses Zuges sind jedoch bei kleinen Stützweiten mit Rücksicht auf vorkommende Achsendrücke zu 14 *t* entsprechend zu erhöhen, dagegen für sehr grosse Stützweiten wegen der Wahrscheinlichkeit zu ermässigen, dass nicht alle Achsenbelastungen und Stände in der ungünstigsten Weise beschaffen sein dürften.

e) Behufs Berechnung eines Zwischenträgers ist als Verkehrslast die Hälfte der nach Scala **a** resultirenden Gesammtbelastung einer Brücke anzunehmen, als deren Stützweite die Entfernung von dem nächsten linksseitig gelegenen bis zu dem nächsten rechtsseitig gelegenen Querträger zu gelten hat.

Endquerträger sind je nach ihrer constructiven Anordnung fallweise zu berechnen und ist hierbei im Sinne der vorangehenden Regel der eine fehlende Nachbarquerträger durch eine entsprechend entfernte theoretische Auflagstelle des Geleises zu ersetzen.

Schwellenträger sind wie auf den Querträgern gestützte Hauptträger zu behandeln.

f) Die Wirkung des Windes ist unter Annahme eines Seitendruckes von 270 *kg* per m^2 auf die unbelastete und von 170 *kg* auf die

(1) Cette partie du pont fictif sera, dans le cas d'intervalles égaux, *le double de l'un d'eux*; dans le cas d'intervalles inégaux, *la somme de ceux contigus à la poutre transversale considérée*. Ce principe, qui constitue aussi une innovation de la nouvelle ordonnance, est rigoureusement exact si l'on fait abstraction de la continuité des longerons, comme cela est d'usage.

170 *kg* par m^2 agissant sur le pont chargé par un train; on fera entrer dans les calculs celui de ces deux genres d'effort qui sera le plus défavorable, à savoir :

1. Pour le pont non chargé, on tiendra compte dans les calculs de la surface exposée effectivement à l'action du vent, au droit de l'une des deux maîtresses poutres et de la surface mesurée au droit de l'autre de la même manière, mais réduite suivant les indications du tableau (scala, échelle) ci-dessous.

2. Pour le pont chargé, le train sera considéré comme un rectangle plein de 2.50 *m* de hauteur cheminant à 0.50 *m* au-dessus des rails. Comme surface exposée, on admettra celle du train et des parties de la construction qui dépassent son profil à l'endroit de l'une des maîtresses poutres, ainsi que la surface de ces mêmes parties à l'endroit de l'autre, après réduction conformément au tableau ci-dessous.

durch einen Zug belastete Brücke zu ermitteln, beziehungsweise mit dem nachtheiligeren dieser beiden Einflüsse in Rechnung zu ziehen, wie folgt :

1° Bei der unbelasteten Brücke ist die eine der beiden Tragwände mit ihrer factisch exponirten Fläche, die zweite hingegen mit ihrer auf gleiche Weise zu messenden, jedoch nach der weiter unten folgenden Scala zu reducirenden Fläche in Rechnung zu bringen.

2° Bei der belasteten Brücke ist der Zug als ein 2·5 *m* hohes, 0·5 *m* über den Schienen befindliches fortschreitendes volles Rechteck zu behandeln. Als Angriffsfläche ist hiebei die Fläche des Zuges und des ausserhalb des Zugumrisses befindlichen Theiles der einen Tragwand, sowie die scalamässig reducirte Fläche dieser Theile in der zweiten Tragwand in Rechnung zu bringen.

Scala

POUR LA RÉDUCTION DE LA SURFACE EXPOSÉE A L'ACTION DU VENT AU DROIT DE LA DEUXIÈME MAÎTRESSE POUTRE.

(FÜR DIE REDUCTION DER EXPONIRTEN FLÆCHE AUF DER ZWEITEN TRAGWAND.)

Rapport de la surface des ouvertures de mailles à la surface totale du contour de la première poutre. (Verhältnis der offenen Maschen-Flächen zur Gesammtumrissfläche in der ersten Tragwand.)	Rapport pour la réduction de la surface exposée à l'action du vent, au droit de la deuxième poutre. (Reductionsverhältnis für die exponirte Fläche der zweiten Tragwand.)
Pour (Bei) 0·40	0·2
— 0·60	0·4
— 0·80	1·0

Pour les valeurs intermédiaires, on procédera par interpolation rectiligne.
(Bei dazwischenfallenden Werthen ist geradlinig zu interpoliren.)

g) Pour des systèmes de construction comportant une augmentation des efforts intérieurs par suite des changements de température (ponts en arc, poutres continues sur palées métalliques élevées, etc.), on aura évidemment à en tenir compte.

g) Für Constructionssysteme, bei welchen infolge der Temperaturveränderungen Mehrspannungen eintreten (Bogenbrücken, continuirliche Träger auf hohen eisernen Jochen, u. s. w.), sind diese selbstverständlich zu berücksichtigen.

On aura, en outre, s'il y a lieu, à tenir compte des effets dynamiques conformément aux conditions de tracé et aux vitesses admises.

Pour des constructions directement exposées aux chocs provenant du matériel roulant et non atténués par un intermédiaire élastique, on fera entrer dans les calculs la charge mobile avec un surplus de 10 p. c.

h) Pour les lignes à écartement de voie normal qui sont d'intérêt local ou qui ont un caractère industriel et sur lesquelles les pesantes locomotives à quatre essieux ne circulent point, il conviendra de réduire en conséquence les charges mobiles prescrites lit. *a* et *b*, à savoir :

1. — De 20 p. c. pour les lignes dont les ponts ne sont pas exposés à des surcharges plus défavorables que celles que produisent des locomotives de 7·70 *m* de longueur totale à trois essieux chargés de 12 *t* chacun et écartés de 1·20 *m*, avec tenders de 6·30 *m* de longueur totale à trois essieux chargés ensemble de 25 *t*.

2. — De 40 p. c. pour les lignes dont les ponts ne sont pas exposés à des surcharges plus défavorables que celles que produisent des locomotives-tenders de 7 20 *m* de longueur totale à trois essieux chargés de 8.50 *t* chacun et écartés de 1·10 *m*.

§ 4. — *Travail intérieur.*

Le travail maximum des matériaux provoqué par les charges et effets précisés au § 3, lit. *a, b, c, d, e, g, h*, ainsi que par le poids propre de la construction et calculé par cm^2 de la surface de section effective (c'est-à-dire déduction faite des trous de rivets et des parties pleines qui ne participent pas au travail), ne devra pas dépasser les limites suivantes :

Ausserdem sind auch noch etwaige dynamische Wirkungen nach Massgabe der Trassenverhältnisse und der anzuwendenden Geschwindigkeiten in Rechnung zu ziehen.

Bei Constructionen, welche den Stössen der Fahrzeuge ohne Vermittlung eines elastischen Zwischentheiles direct ausgesetzt sind, muss übrigens eine um 10 Procent vergrösserte Einwirkung der zufälligen Belastung in Rechnung gebracht werden.

h) Für solche normalspurige Local- und Schleppbahnen, auf welchen die schweren vierachsigen Locomotiven nicht verkehren, sind die in lit. *a* und *b* normirten Belastungen entsprechend zu ermässigen, und zwar :

1° Um 20 Procent für solche Bahnen, deren Brücken nicht nachtheiliger beansprucht werden als durch dreiachsige Locomotiven mit 12 *t* Achsendruck, 1·2 *m* Achsenentfernung und 7·7 *m* Gesammtlänge sammt deren dreiachsigen Schlepptendern mit 25 *t* Gesammtlast und 6·3 *m* Gesammtlänge.

2° Um 40 Procent für solche Bahnen, deren Brücken nicht nachtheiliger beansprucht werden als durch dreiachsige Tenderlocomotiven mit 8·5 *t* Achsendruck, 1·1 *m* Achsenentfernung und 7·2 *m* Gesammtlänge.

§ 4. — *Inanspruchnahme.*

Unter Zugrundelegung der in § 3, lit. *a, b, c, d, e, g, h* bestimmten Belastungen und Einflüsse, sowie der Eigenlast der Construction darf die rechnungsmässige Maximal-Inanspruchnahme des Materiales pro cm^2 der nutzbaren Querschnittsfläche (das ist nach Abzug der Nietlöcher, sowie der nicht mitwirkenden Theile des vollen Querschnittes) folgende Grenzen nicht überschreiten :

a) Pour du « fer soudé » (fer puddlé) [1], soumis à l'extension, à la compression, ou au cisaillement [2] :

1. — Au-dessous de 40 *m* de portée, 700 *kg* avec une augmentation de 2 *kg* par *m* de portée.

2. — A partir et au-dessus de 40 *m* de portée, à savoir :

Pour	40 *m*	780 *kg*
—	80 *m*	840 *kg*
—	120 *m*	880 *kg*
—	160 *m*	900 *kg*

On procédera par interpolation rectiligne pour les valeurs intermédiaires et on prendra pour les poutres transversales et les longerons les valeurs qui correspondent à la portée de ces poutres.

3. — Pour calculer la résistance des rivets au cisaillement, dans une seule direction 600 *kg*, dans plusieurs directions 500 *kg*; les parois des trous de rivets mesurées en projection sur la section diamétrale ne devant pas avoir à supporter plus de 1,400 *kg* par *cm*².

4. — Pour le calcul de la résistance au glissement longitudinal des fibres laminées, 500 *kg*.

5. — Le fer soudé (fer puddlé) ayant une résistance à la rupture de 3,600 *kg* et davantage, doit avoir au moins 12 p. c. d'allongement dans le sens des fibres du laminage.

Pour une résistance à la rupture inférieure à 3,600 *kg*, l'allongement devra augmenter proportionnellement et pour 3,300 *kg*, la plus faible limite de résistance admise, il devra s'élever au moins à 20 p. c.

L'allongement sera mesuré sur une éprouvette de 5 *cm*² de section entre deux repères écartés de 20 *cm* [3]. Dans le cas où l'emploi d'une éprouvette de section différente serait

a) Bei *Schweisseisen* (*Schmiedeeisen*) für Zug, Druck und Abscherung :

1° Unter 40·0 *m* Stützweite 700 *kg* nebst 2 *kg* Zuschlag für jedes Meter Stützweite;

2° Von 40·0 *m* Stützweite aufwärts, und zwar :

Für	40·0 *m*.	780 *kg*
—	80·0 *m*.	840 *kg*
—	120 0 *m*.	880 *kg*
—	160·0 *m*.	900 *kg*

wobei für die dazwischenfallenden Stützweiten geradlinig zu interpoliren und für die Quer- und Längsträger jener Werth zu nehmen ist, welcher der Stützweite dieser Träger zufällt;

3° Zur Berechnung der Nieten auf Abscherung in nur einer Richtung 600 *kg*, beziehungsweise in mehreren Richtungen 500 *kg*, wobei noch zu beachten ist, dass die Projection der Nietlochleibung mit nicht mehr als 1,400 *kg* pro *cm*² beansprucht werden darf;

4° Für die Berechnung des Widerstandes gegen Abscherung in der Walzrichtung 500 *kg*;

5° Das *Schweisseisen* (*Schmiedeeisen*) muss bei 3,600 *kg* Bruchfestigkeit und darüber, mindestens 12 Procent Dehnung in der Walzrichtung haben.

Bei einer geringeren Bruchfestigkeit muss eine verhältnismässig grössere Dehnung, welche bei der noch gestatteten niedersten Bruchgrenze von 3,300 *kg* mindestens 20 Procent zu betragen hat, vorhanden sein.

Die Dehnung ist an einem Probestabe von 5 *cm*² Querschnitt bei 20 *cm* Markenentfernung zu messen. Ist die Verwendung eines Probestabes mit einem anderen als dem zuvor

(1) Voir la définition internationale des fers et aciers obtenus par voie de puddlage ou par voie de fusion.

(2) Le *cisaillement* perpendiculairement aux fibres laminées pour lequel on fixe ici les limites, élevées de 700 à 900 *kg* par *cm*² (pivots des « pin connected bridges » américains, arbres de fer dans les ponts tournants, etc.), se présentera très rarement, car pour les rivets usuels le n° 5 fixe les limites réduites de 600 et 500 *kg*.

(3) La section de 5 *cm*² correspond, à peu de chose près, à un cercle de 2 *cm* 5 de diamètre; l'échantillon-type correspond donc à un cylindre dont le diamètre serait le huitième de la longueur.

inévitable, on déterminera l'écartement des repères par rapport a l'échantillon-type, de telle manière que les carrés des écartements soient entre eux comme les sections.

b) Pour la fonte de fer qui ne pourra constituer aucune partie essentielle de toute construction travaillant comme poutre ou console, les limites précisées au commencement de ce paragraphe seront fixées à 700 *kg* pour la compression, 200 *kg* pour l'extension simple et 300 *kg* pour l'extension dans le cas de la flexion.

c) Pour le bois, on admettra 80 *kg* pour l'extension et la compression dans le sens des fibres.

d) Pour toutes les pièces travaillant à la compression, on aura à tenir compte de la résistance à la flexion par aboutement [1].

e) Le travail maximum de la matière résultant des effets du vent précisés au § 3 lit. *f*, combinés avec les effets mentionnés ci-dessus, suivant les pièces considérées, ne devra pas excéder les limites suivantes :

ad § 4, lit. *a*, N° 1 et 2 . . .	1,000 *kg*.
— § 4, — *a*, — 3.	700 —
— § 4, — *a*, — 4. . .	600 —
— § 4, — *c*	90 —

§ 5. — *Mesures préventive de sécurité.*

a) Pour tous les ponts ou viaducs de plus de 20 *m* de longueur totale mesurée entre les traverses limitant le ballast à l'abord des ouvertures de rive, des dispositions spéciales devront être prises pour parer aux conséquences dangereuses d'un déraillement.

Les « longrines de protection » (ou rails

angegebenen Querschnitte nicht zu vermeiden, so ist mit Bezug auf den vorbeschriebenen Normalstab die Markenentfernung derart zu bestimmen, dass sich die Quadrate der Markenentfernungen wie die Querschnittsflächen verhalten.

b) *Bei Gusseisen*, welches Material keinen Hauptbestandtheil der freitragenden Construction bilden darf, sind die eingangs bezeichneten Grenzen mit 700 *kg* auf Druck, 200 *kg* auf einfachen Zug und 300 *kg* auf Zug im Falle der Biegung und

c) Bei Holz mit 80 *kg* auf Zug und Druck in der Fasernrichtung festgesetzt.

d) Bei allen auf Pressung in Anspruch genommenen Constructionstheilen ist auf den erforderlichen Widerstand gegen Einknikkung Bedacht zu nehmen.

e) Die Maximal-Inanspruchnahme, welche aus den in § 3, lit. *f* normirten Einwirkungen des Windes mit Zuziehung der vorbesprochenen Inanspruchnahmen je nach den betrachteten Constructionstheilen resultirt, darf folgende Grenzen nicht überschreiten :

ad § 4, lit. *a*, Punkt 1 und 2. .	1,000 *kg*
— § 4, lit. *a*, Punkt 3. . . .	700 *kg*
— § 4, lit. *a*, Punkt 4. . . .	600 *kg*
— § 4, lit. *c*	90 *kg*

§ 5. — *Sicherheitsvorkehrungen.*

a) Bei Brücken oder Viaducten mit mehr als 20 *m* Gesammtlänge, zwischen den Schotterabschlussschwellen der Endöffnungen gemessen, muss den gefahrdrohenden Folgen einer etwaigen Entgleisung durch besondere Vorkehrungen entgegengewirkt werden.

Die üblichen Sicherheitslangschwellen (re-

[1] « Knickfestigkeit », mot allemand très usuel, signifie « résistance des pièces comprimées considérées comme chargées debout et pouvant fléchir », ainsi qu'on le mentionne dans les traités de résistance des matériaux. La locution du texte que nous emploierons dans la suite pour simplifier, semble la plus convenable pour rendre le terme allemand.

protecteurs) usuelles [1], ne doivent pas dépasser en hauteur les rails de la voie de plus de 3 *cm*, elles doivent être placées à l'intérieur de manière à laisser entre rail et longrine une ornière de 16 *cm* de largeur, dans laquelle les bandages de roues peuvent s'engorger librement.

Les longrines de protection doivent reposer librement sur les traverses retenant le ballast aux ouvertures extrêmes et s'étendre sur toute la longueur intermédiaire de l'ouvrage d'art.

b) On tiendra compte des effets résultant des changements de température en ménageant des appuis mobiles et l'on aura soin également de pourvoir aux effets de dilatation spéciaux à la voie.

c) Des garde-corps seront placés sur tous les ponts qui ne sont pas éloignés de plus de 800 *m* de la dernière aiguille [2] de changement de voie d'une station, d'une halte ou d'un garage pourvus de signaux avancés, ou à moins de 200 *m* du milieu d'une halte dépourvue de ces signaux et ne servant pas aux croisements de trains.

Pour les lignes d'intérêt local, on réduira l'espace mentionné ci-dessus, en le comptant pour les stations pourvues de signaux avancés, jusqu'à 100 *m* au delà de ces signaux — pour les stations qui en sont dépourvues, jusqu'à 400 *m* au delà de la dernière aiguille de changement de voie, et pour les haltes sans croisement de trains, jusqu'à 100 *m* au delà de leur milieu.

spective Sicherheitsschienen) sollen die Fahrschienen nicht um mehr als 3 *cm* überragen und sind innerhalb des Geleises derart anzulegen, dass zwischen denselben und den Fahrschienen je eine 16 *cm* breite Hohlrinne verbleibt, in welche der Radkranz frei einfallen kann.

Die Sicherheitslangschellen müssen auf den Schotterabschlussschwellen der Endöffnungen frei aufliegen und über die ganze dazwischenliegende Objectslänge durchlaufen.

b) Den Einflüssen der Temperaturveränderungen ist mittels beweglicher Auflager Rechnung zu tragen; auch muss für das Dilatationsspiel des Oberbaues vorgesorgt werden.

c) Geländer sind bei allen Brücken anzubringen, welche von der äussersten Weichenspitze einer mit Distanzsignalen versehenen Station, Haltestelle oder Abzweigstelle nicht mehr als 800 *m* oder aber von der Mitte einer Haltestelle, in welcher Zugskreuzungen nicht stattfinden und welche mit Distanzsignalen nicht versehen ist, nicht mehr als 200 *m* entfernt liegen.

Bei Localbahnen wird obige Entfernung ermässigt, und zwar für Stationen mit Distanzsignalen bis auf 100 *m* über diese Signale, für Stationen ohne Distanzsignale bis auf 400 *m* über die äusserste Weichenspitze und für Haltestellen ohne Zugskreuzung bis auf 100 *m* von deren Mitte hinausgemessen.

[1] Ces « Sicherheitslangschwellen » sont des longrines en *bois* suivant le sens usuel admis pour cette expression; le mot « Schiene », par contre, n'implique pas nécessairement ce que l'on entend par *rail* et s'applique aussi à tout autre fer laminé. On emploie bien généralement de vieux rails pour le but considéré, mais l'emploi de cornières ou d'autres fers laminés n'est pas exclu. Les *rails de protection* diffèrent essentiellement des *contre-rails* pour les motifs expliqués ci-dessus. En France, des contre-rails de protection sont usités; ils sont disposés à l'intérieur de la voie plus près des rails (5 à 6 *cm*) de façon que le boudin seul puisse s'engager dans l'ornière. C'est un système préventif contre le déraillement, tandis que le système (mentionné et non prescrit) des longrines, est préventif contre les conséquences du déraillement. Le platelage résistant en fer disposé en contre-bas des bandes supérieures des maîtresses poutres, constitue un système préventif inspiré de la même pensée et qui, quoique plus coûteux, est employé en France comme en Autriche et satisfait (ainsi que celui des longrines) aux exigences du § 5 lit. *a* de l'ordonnance autrichienne.

[2] En pratique, ce n'est pas la pointe même de l'aiguille, mais l'extrémité de rail très voisine, limitant le changement de voie, laquelle sert d'origine pour la mesure des longueurs spécifiées dans le texte.

Tous les ouvrages sans exception ayant plus de 20 *m* de longueur mesurée entre les traverses qui limitent le ballast, devront recevoir des garde-corps qui, dans le cas de murs en retour, seront à prolonger au-dessus de ces derniers.

§ 6. — *Cas exceptionnels.*

a) Pour les lignes qui devront être parcourues par un matériel roulant exceptionnellement lourd, pour les tramways à vapeur, pour les lignes à voie normale sans traction à vapeur, pour les chemins de fer à voie anormale, de même que dans le cas d'emploi de matériaux d'une qualité extraordinaire et, en général, dans les cas exceptionnels, toutes les prescriptions qui précèdent pourront être modifiées suivant les circonstances.

b) Pour les matériaux tels que la pierre, la brique, le plomb, etc., dont il n'est pas fait mention au § 4, ainsi que pour les parties de construction (consoles, colonnes, etc.), non comprises dans les maîtresses poutres, poutres transversales et longerons, on admettra des conditions de résistance basées le plus possible sur l'expérience, lesquelles restent assujetties à une approbation spéciale.

§ 7. — *Contrôle des travaux.*

Afin de se convaincre que les ponts sont bien exécutés conformément aux prescriptions en vigueur, l'Administration de l'État se réserve de surveiller les travaux suivant ses convenances et, le cas échéant, de faire essayer aux frais de l'Administration du chemin de fer la résistance des diverses qualités de matériaux à employer.

§ 8. — *Formalités à remplir en vue de la visite de contrôle et de la surcharge d'épreuve, devant une commission spéciale.*

a) Les ponts nouvellement construits devront, avant d'être livrés à l'exploitation, être

Bei Objecten mit mehr als 20 *m* Länge, zwischen den Schotterabschlussschwellen gemessen, sind ausnahmslos Geländer anzubringen und wo Parallelflügel vorkommen, auch über diese letzteren zu verlängern.

§ 6. — *Ausnahmsfälle.*

a) Für Linien, auf welchen aussergewöhnlich schwere Fahrbetriebsmittel verkehren sollen, für Dampftramwaylinien, für normalspurige Bahnen ohne Locomotivbetrieb, für Bahnen abnormaler Spurweite, sowie bei Verwendung von Baumaterialien aussergewöhnlicher Qualität und überhaupt in Ausnahmsfällen können alle vorangehenden Vorschriften von Fall zu Fall entsprechend geändert werden.

b) Für Materialien, wie Stein, Ziegel, Blei, u. s. w., welche in § 4 nicht angeführt erscheinen, sowie für jene Constructionstheile (Consolen, Säulen u. s. w.), welche zu den Haupt-, Quer- und Längsträgern nicht gehören, unterliegen die bezüglichen, möglichst auf Erfahrungen zu basirenden Annahmen einer speciellen Genehmigung.

§ 7. — *Ueberwachung des Baues.*

Um von der vorschriftsmässigen Ausführung der Brücken sich zu überzeugen, wird die Staatsverwaltung nach eigenem Ermessen den Bau überwachen, eventuell auch Festigkeitsproben mit den in Verwendung kommenden Materialsorten auf Kosten der Eisenbahnverwaltung anstellen lassen.

§ 8. — *Einleitung der commissionellen Prüfung und Erprobung.*

a) Die Uebergabe neu hergestellter Brücken an den Bahnverkehr hat eine commissionelle

soumis à une visite de contrôle [1] et à une surcharge d'épreuve, devant une commission spéciale. L'Administration de « l'Inspection générale I. R. des chemins de fer de l'Autriche » déléguera à cet effet un représentant, en qualité de président de la commission

Pour provoquer cet acte administratif, une demande écrite devra être présentée par l'Administration de chemins de fer; on y désignera les ouvrages à soumettre à l'épreuve, en rappelant les décisions et pièces approbatives, et on y joindra les mémoires et documents suivants :

1. — Le croquis conventionnel [2] des trains à employer pour la surcharge d'épreuve, lesquels doivent produire autant que possible les mêmes moments de flexion que les charges mobiles prescrites au § 3 (le cas échéant § 6).

Ces trains devront, pour chaque voie et pour des portées allant jusqu'à 15 *m*, 25 *m* et au delà, être composés avec au moins une, deux ou trois locomotives en charge complète et de la catégorie la plus lourde qui soit admise pour la ligne en question; ils seront complétés avec autant de wagons en charge complète qu'il sera nécessaire pour couvrir la plus grande travée.

2. — Les rapports calculés en centièmes, entre les charges d'épreuve obtenues à l'aide du train et celles qui sont prescrites ainsi que le tableau des plus grandes déformations élastiques déterminées par le calcul en vue du train d'épreuve.

b) Pour la visite de contrôle et la surcharge d'épreuve, l'Administration de chemins de fer aura à déléguer un représentant compétent qui devra produire les dessins d'exécution authentiques approuvés, et les pièces concernant cette approbation.

Prüfung und Erprobung voranzugehen. Hiezu wird von Seite der k. k. Generalinspection der österreichischen Eisenbahnen ein Delegirter als Commissionsleiter entsendet.

Die Bahnverwaltung hat um Vornahme dieser Amtshandlung unter Bezeichnung der zu prüfenden Objecte, sowie unter Angabe der bezüglichen Genehmigungserlässe schriftlich einzuschreiten und zu derselben folgende Behelfe beizubringen :

1° Die schematische Skizze der zur Verwendung gelangenden Belastungszüge, welche thunlichst dieselben Momentenwirkungen hervorrufen sollen, wie die im § 3 (eventuell § 6) normirten Belastungen.

Diese Züge müssen für jedes Geleise je nach den vorkommenden Stützweiten bis 15·0 *m*, bis 25·0 *m* oder über 25·0 *m* mindestens aus einer, zwei oder drei vollständig ausgerüsteten Locomotiven der schwersten Gattung, welche auf der betreffenden Bahn zu verkehren bestimmt sind, sowie aus den zur Deckung der grössten Feldlänge noch erforderlichen auf volle Tragfähigkeit beladenen Wagen gebildet werden.

2° Den rechnungsmässigen Nachweis der mit dem Probezuge auf den einzelnen Stützweiten gegenüber der vorgeschriebenen Belastung erzielten Procentual-Belastungen, sowie den Ausweis der für den Probezug berechneten grössten elastischen Formveränderungen.

b) Zur Prüfung und Erprobung hat die Bahnverwaltung einen sachverständigen Vertreter zu delegiren, welcher die genehmigten Originalbaupläne und die bezüglichen Genehmigungserlässe beizubringen hat.

[1] Par « commissionelle Prüfung », on entend l'examen détaillé de l'ouvrage, tant au point de vue de la conformité aux projets approuvés, qu'au point de vue de l'exécution même. La réception définitive se fait plus tard, après une visite bien plus détaillée nommée « Collaudirung » (récitement).

[2] Croquis contenant les charges d'essieu ainsi que leurs espacements et servant de base au calcul des charges uniformément réparties équivalentes.

L'Administration de chemins de fer devra, en outre, mettre à la disposition de la commission les trains de surcharge et les instruments de mesure nécessaires; elle devra pourvoir aussi à l'installation des repères dont il est parlé au § 11.

§ 9. — *Manière d'effectuer les surcharges d'épreuve.*

a) L'épreuve de chaque travée de pont doit être effectuée par charge morte et par charge roulante.

Lorsque plusieurs ponts de construction identique et de même portée inférieure à 10 *m* devront être éprouvés, il sera loisible de ne pas étendre les épreuves à tous ces ponts si, d'après l'avis préalable exprimé par le représentant de l' « Inspection I. R. générale des chemins de fer », les résultats déjà obtenus peuvent être considérés comme suffisamment décisifs.

b) Pour l'épreuve par charge morte on amènera les trains de surcharge mentionnés au § 8 littéra *a* successivement dans les positions qui impliqueront pour la construction considérée la surcharge la plus défavorable et on les y maintiendra jusqu'à ce que l'on ne puisse plus constater aucun accroissement de la déformation.

Pour les ponts usuels à travées indépendantes, il suffira d'observer chaque travée surchargés successivement sur la moitié et sur la longueur entière de la portée.

Pour les ponts en arc de grande portée, on procédera en outre à deux autres épreuves faisant porter successivement la surcharge, d'abord sur la partie médiane de l'arc, les reins restant non chargés, puis ensuite sur l'ensemble des reins, la partie médiane restant déchargée.

Pour les ponts à poutres continues, deux trains par voie sont nécessaires, de manière que l'on puisse surcharger deux travées simultanément.

Pour faire l'épreuve d'une pile et des par-

Die Bahnverwaltung hat ferner für die Beistellung der Belastungszüge, der entsprechenden Messvorrichtungen, sowie für die Anbringung der im § 11 besprochenen Fixmarken vorzusorgen.

§ 9. — *Durchführung der Belastungsproben.*

a) Die Erprobung eines jeden Brückenfeldes hat sowohl mit ruhender, als auch mit rollender Last zu geschehen.

Sind mehrere Brücken mit gleicher Construction und gleicher, weniger als 10·0 *m* betragender Stützweite zu prüfen, so ist es gestattet, die Erprobung nicht auf alle diese Brücken auszudehnen, wenn nach Ausspruch des Vertreters der k. k. General-Inspection der österreichischen Eisenbahnen die bereits gewonnenen Resultate hinlänglich entscheidend erscheinen.

b) Zur Erprobung mit ruhender Last sind die im § 8, lit. *a* besprochenen Belastungszüge successive in jene Stellungen zu bringen, bei welchen die Constructionen am nachtheiligsten beeinflusst werden und in jeder dieser Stellungen so lange zu belassen, bis eine weitere Formveränderung nicht mehr wahrnehmbar ist.

Bei den freiaufliegenden üblichen Constructionen genügt es, die successive über die halbe und ganze Stützweite belastete Brücke zu beobachten.

Bei grösseren Bogenconstructionen sind ausserdem noch jene zwei Belastungsfälle durchzuführen, bei welchen successive die Scheitelstrecke allein und dann bei unbelastetem Scheitel die beiden Seitenstrecken gleichzeitig belastet werden.

Bei continuirlichen Trägern sind für jedes Geleise zwei Belastungszüge erforderlich, mit welchen gleichzeitig zwei Brückenfelder belastet werden können.

Zur Erprobung eines Pfeilers und der über

ties de poutres situées au-dessus, on surchargera simultanément les deux travées adjacentes sur le total de leur portée.

Pour faire l'épreuve de la région médiane d'une travée, on surchargera celle-ci successivement sur la moitié et sur le total de sa portée, en tenant simultanément en charge la plus grande des deux travées voisines ou des deux suivantes, sur le total de sa portée (1).

c) Pour l'épreuve par surcharge roulante, on fera d'abord passer le train d'épreuve sur chaque voie avec une vitesse d'environ 20 *km* à l'heure, ce train devant être formé d'après les prescriptions du § 8, lit. *a*. n° 1, tout en ne comportant toutefois que deux locomotives au plus.

On fera ensuite passer sur chaque voie le même train avec une vitesse plus grande d'environ 40 à 50 *km* à l'heure; ces épreuves à grande vitesse pourront toutefois être remises à une époque ultérieure, si la maçonnerie ou la voie aux abords ne sont pas suffisamment consolidées.

d) Pour les ponts à deux ou plusieurs voies supportées par un système de poutres communes, les surcharges d'épreuve précisées ci-dessus devront être effectuées en tout cas sur toutes les voies simultanément et, le cas échéant, aussi d'abord sur chaque voie séparément.

e) Pour les lignes d'intérêt local et les lignes industrielles, on pourra se dispenser d'effectuer les épreuves à grande vitesse (lit. *c*, alin. 2).

§ 10. — *Procès-verbal.*

Il sera dressé procès-verbal des résultats de la visite de contrôle et de la surcharge

demselben liegenden Trägertheile müssen die anstossenden Felder auf ihre ganze Länge gleichzeitig belastet werden.

Zur Erprobung der Trägermitte eines Feldes muss die Belastung successive auf die halbe und ganze Länge des grösseren nächsten, beziehungsweise zweitnächsten Feldes erstreckt werden.

c) Zur Erprobung mit rollender Last ist vorerst auf jedem Geleise mit dem Probezuge, welcher nach der im § 8, lit. *a*, Z. 1, enthaltenen Anordnung zusammenzustellen, jedoch höchstens mit zwei Locomotiven auszurüsten ist, eine Fahrt mit der Geschwindigkeit von circa 20 *km* per Stunde vorzunehmen.

Hierauf ist auf jedem Geleise mit demselben Zuge eine Schnellfahrt mit der Geschwindigkeit von rund 40—50 *km* per Stunde vorzunehmen; diese Schnellfahrten können in späterer Zeit vorgenommen werden, falls die Mauerwerksanlage oder die Oberbauanschlüsse noch nicht gehörig consolidirt sind.

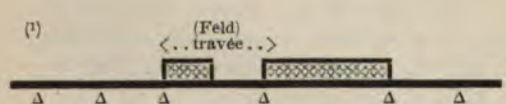
d) Bei zwei- oder mehrgeleisigen Brücken mit gemeinschaftlicher Tragconstruction soll die in den vorangehenden Absätzen bestimmte Probebelastung jedenfalls auf allen Geleisen gleichzeitig, eventuell aber auch vorerst auf jedem Geleise abgesondert vorgenommen werden.

e) Bei Local- und Schleppbahnen kann die Schnellfahrt (lit. *c*, Abs. 2) entfallen.

§ 10. — *Protokoll.*

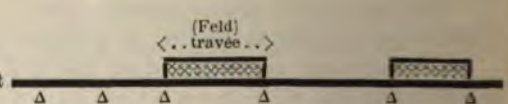
Ueber das Ergebnis der commissionellen Prüfung und Erprobung ist ein Protokoll auf-

(1)



1. Charge pour les efforts tranchants.

et



2. Charge pour les moments de flexion.

d'épreuve devant la commission spéciale, on y annexera les mémoires et documents mentionnés au § 8 lit. *a*.

Le procès-verbal doit contenir en particulier un tableau des déformations permanentes et élastiques mesurées et les résultats des lectures faites aux repères (§ 11); il devra constater aussi jusqu'à quel point l'ouvrage construit se trouve bien conforme aux plans d'exécution approuvés.

Enfin, le représentant de l'inspection I. R. des chemins de fer de l'Autriche devra y déclarer avec ou sans réserves s'il y a lieu de livrer à la circulation les ponts examinés ou si la circulation y doit être interdite jusqu'à ce que décision en ait été prise en plus haut lieu.

§ 11. — *Revisions périodiques.*

a) Les Administrations de chemins de fer devront, indépendamment de la surveillance permanente qui leur incombe, — pourvoir au moins tous les six ans à des revisions et surcharges d'épreuve des ponts, conformément aux prescriptions du § 9 lit. *b* et *d*.

Il sera permis, à cet effet, de mesurer la déformation élastique par flexion dans les ponts à poutres continues, en se bornant à surcharger la travée que l'on considère, et d'utiliser les trains en service comme surcharge mobile pour les ponts de tout système dont la portée ne dépasse pas 25 *m*.

b) Les observations faites et les résultats des épreuves devront être tenus à jour pour chaque pont séparément, de façon que le service de l'autorité de contrôle puisse en prendre connaissance.

Pour faciliter ces recherches, tous les ponts de plus de 20 *m* de portée devront être munis, déjà avant la première épreuve, de repères spéciaux fixés en permanence sur le milieu et au-dessus des appuis de chaque maîtresse poutre et permettant de constater les déformations permanentes produites dans la suite des années.

zunehmen, welchem die im § 8, lit. *a* besprochenen Behelfe anzuschliessen sind.

Dieses Protokoll hat insbesondere einen Ausweis der gemessenen bleibenden und elastischen Formveränderungen, sowie die Ablesungen an den Fixmarken (§ 11) zu enthalten und soll auch constatiren, inwieweit die Ausführung mit den genehmigten Bauplänen im Einklange steht.

Schliesslich hat auch der Vertreter der k. k. General-Inspection der österreichischen Eisenbahnen die bedingte oder unbedingte Benützungsfähigkeit der geprüften Brücken protokollarisch auszusprechen, oder aber die Benützung bis auf höhere Verfügung zu untersagen.

§ 11. — *Periodische Untersuchungen.*

a) Die Bahnverwaltungen haben — ganz abgesehen von der ihnen obliegenden permanenten Ueberwachung — mindestens alle 6 Jahre periodische Untersuchungen und Erprobungen der Brücken im Sinne der Bestimmungen des § 9, lit. *b* und *d* vorzunehmen.

Hiebei ist es gestattet, zur Ermittlung der elastischen Einbiegung bei continuirlichen Constructionen die Belastung auf das jeweilig in Betracht gezogene Feld zu beschränken, und bei Constructionen jeder Art bis inclusive 25 *m* Stützweite die verkehrenden Züge als zufällige Last zu benützen.

b) Die gemachten Wahrnehmungen und die Proberesultate sind für jede Brücke gesondert zur Einsichtnahme der Aufsichtsbehörde in Evidenz zu halten.

Um diese Untersuchungen zu erleichtern, müssen bei allen Brücken mit mehr als 20 *m* Stützweite bereits von der ersten Erprobung permanente Fixmarken an den Feldmitten und über den Stützpunkten jeder Tragwand angebracht werden, welche es gestatten, die im Laufe der Jahre etwa eingetretenen bleibenden Formveränderungen zu constatiren.

c) Les ouvrages soumis aux revisions et épreuves devront faire l'objet d'un rapport adressé à l'Inspection générale I. R. des chemins de fer de l'Autriche, et mentionnant les défectuosités constatées; ce rapport devra être présenté de suite dans le cas où une diminution du pouvoir résistant aurait été constatée; dans tout autre cas, il sera présenté à la fin de chaque année.

§ 12. — *Restrictions dans l'emploi du matériel roulant.*

Il n'est pas permis de laisser passer sur les ponts, sans autorisation de l'Inspection générale I. R. des chemins de fer de l'Autriche, un matériel roulant susceptible d'y provoquer des effets de surcharge plus défavorables que ceux qui résultent des charges prescrites au § 3 (le cas échéant, § 6), ou bien qui ne répondrait pas aux prescriptions d'espace du § 2.

B. — PONTS PAR-DESSUS LES CHEMINS DE FER ET PONTS DE ROUTES D'ACCÈS A CONSTRUIRE.

§ 13. — *Observations préliminaires sur l'application des prescriptions qui suivent.*

Pour l'étude et l'approbation des projets de ponts par-dessus les chemins de fer ou ponts de route d'accès à construire, que les Compagnies de chemins de fer établissent à leurs frais, ainsi que pour la visite, la surcharge d'épreuve et le maintien en service de ces ouvrages, le ministère du commerce s'en tiendra aux prescriptions données ci-après (§§ 14 à 17) en conformité desquelles devront s'effectuer également tous les actes administratifs de l'Inspection générale des chemins de fer qui s'y rapportent.

§ 14. — *Présentation des projets.*

Pour les dossiers de projets à présenter, on se conformera aux prescriptions des §§ 1 et 19 concernant les ponts de chemins de fer.

c) Die der Prüfung und Erprobung unterzogenen Objecte sind, insofern hiebei eine Verminderung der Tragfähigkeit constatirt wurde, sofort, — sonst aber nur am Schlusse eines jeden Jahres unter Angabe der erhobenen Anstände, der k. k. General-Inspection der österreichischen Eisenbahnen bekanntzugeben.

§ 12. — *Verkehrsbeschränkung.*

Die Brücken dürfen nicht ohne Zustimmung der k. k. General-Inspection der österreichischen Eisenbahnen mit Fahrsbetriebsmitteln befahren werden, welche dieselben nachtheiliger beeinflussen, als die der Festigkeitsberechnung zugrunde gelegenen und in dem § 3 (eventuell § 6) besprochenen Belastungen, oder aber welche gegen die räumlichen Anordnungen des § 2 verstossen.

B. — NEU ZU ERBAUENDE BAHNÜBERBRÜCKUNGEN UND ZUFAHRTSTRASSENBRÜCKEN.

§ 13. — *Vorbemerkung zur Anwendung der nachstehenden Vorschriften.*

Bei der Prüfung und Genehmigung der Projecte für neu anzulegende Bahnüberbrükkungen und für solche Zufahrtstrassenbrükken, deren Herstellung von den Eisenbahnunternehmungen auf ihre Kosten bewirkt wird, dann in Betreff der Prüfung, Erprobung und Benützung der gedachten Objecte, wird das Handelsministerium nach folgenden Vorschriften (§§ 14—17) vorgehen, welche auch bei den einschlägigen Amtshandlungen der General-Inspection der österreichischen Eisenbahnen in Anwendung zu bringen sind.

§ 14. — *Vorlagen.*

Bezüglich der Projectsvorlagen gelten die in den §§ 1 und 19 für Eisenbahnbrücken festgestellten Bestimmungen.

§ 15. — *Charges.*

Dans les calculs de résistance on aura, en général, à considérer en outre de la charge permanente propre à la construction, deux alternatives de surcharge :

a) La réunion de charrettes en aussi grand nombre que possible sur la chaussée et en même temps un rassemblement de piétons sur les trottoirs et la partie de la chaussée restée libre.

b) Un rassemblement de piétons couvrant la chaussée et les trottoirs.

On choisira dans chaque cas particulier et pour chaque pièce de la construction celle des deux hypothèses de surcharge qui donnera les résultats les plus défavorables.

Dans le but d'obtenir un classement méthodique des charges de piétons par m^2, ou des plus lourdes charrettes à admettre dans chaque cas, on a rangé tous les ponts-routes dans trois classes, pour lesquelles, à moins de dispositions réglementaires toutes spéciales, on aura à s'en tenir aux charges-types suivantes [1] :

1re classe.

1. Une charge de piétons de 460 *kg* par m^2.

2. Une charrette à quatre roues avec 12 *t* de charge totale, 7·80 *m* de longueur (sans timon), 2·50 *m* de largeur, 3·80 *m* d'écartement d'essieux, 1·60 de largeur de voie et avec un attelage de quatre chevaux du poids total de 3 *t* sur une longueur de 7·20 *m*.

2e classe.

1. Une charge de piétons de 400 *kg* par m^2.

2. Une charrette à quatre roues avec 6 *t* de charge totale, 5·40 *m* de longueur (sans timon), 2·40 *m* de largeur, 2·80 *m* d'écartement d'essieux, 1·50 de largeur de voie et avec un attelage de deux chevaux du poids total de 1·5 *t* sur une longueur de 3.60 *m*.

§ 15. — *Belastung.*

Die Festigkeitsberechnungen sind im allgemeinen, ausser der permanenten Eigenlast der Construction, zweierlei Alternativen von zufälligen Belastungen zugrunde zu legen, und zw. :

a) Die grösstmögliche Wagenansammlung auf dem Fahrbahnplanum und eine gleichzeitige Menschenansammlung auf dem Gehwegplanum sowie auf dem übrig gebliebenen Theile des Fahrbahnplanums.

b) Eine Menschenansammlung sowohl auf dem Gehweg- als auch auf dem Fahrbahnplanum.

Von diesen beiden Belastungsarten ist in jedem einzelnen Falle und für jeden einzelnen Constructionstheil die nachtheiligere zu berücksichtigen.

Behufs Systemisirung der jeweils anzunehmenden Menschenlast per m^2, beziehungsweise des schwersten Lastwagens, werden sämmtliche Strassenbrücken in drei Classen eingetheilt, für welche, wenn nicht ausnahmsweise besondere Anordnungen getroffen werden, nachstehende Belastungsnormen zu gelten haben.

1. Classe.

1° Eine Menschenlast von 460 *kg* per m^2.

2° Ein vierrädriger Lastwagen zu 12 *t* Gesammtgewicht bei 7·8 *m* Länge (ohne Deichsel), 2·5 *m* Breite, 3·8 *m* Radstand, 1·6 *m* Geleiseweite, mit einer Bespannung von vier Pferden im Gesammtgewichte von 3*t* auf 7·2 *m* Länge.

2. Classe.

1° Eine Menschenlast von 400 *kg* per m^2.

2° Ein vierrädriger Lastwagen zu 6 *t* Gesammtgewicht bei 5·4 *m* Länge (ohne Deichsel), 2·4 *m* Breite, 2·8 *m* Radstand, 1·5 *m* Geleiseweite, mit einer Bespannung von zwei Pferden im Gesammtgewichte von 1·5 *t* auf 3·6 *m* Länge.

(1) La charge de piétons de 460 *kg* par m^2 est considérée, en Autriche, comme un maximum que l'on ne peut obtenir que lorsque les hommes sont tellement serrés qu'ils ne peuvent plus se mouvoir.

3e classe.

1. Une charge de piétons de 340 *kg* par m^2.

2. Une charrette à quatre roues avec 3 *t* de charge totale, 4·80 *m* de longueur (sans timon), 2·30 *m* de largeur, 2·40 *m* d'écartement d'essieux, 1·40 *m* de largeur de voie et avec un attelage de deux chevaux du poids total de 1 *t* sur une longueur de 3·20 *m*.

Tout pont-route à construire soumis à « l'enquête du parcours de la ligne de chemin de fer, provoquée par l'autorité politique » (*Politische Begehungscommission*) [1] ou à toute autre enquête devant une commission spéciale, sera rangé, à cette occasion, dans l'une des classes définies ci-dessus, et les demandes et réserves plus impérieuses qui pourraient être présentées exceptionnellement seront discutées en même temps.

c) On tiendra compte des effets du vent, conformément à ce qui a été fixé au § 3, lit. *f*, et en assimilant la réunion accidentelle de piétons ou de charrettes à un rectangle plein mobile de 2 *m* de hauteur.

d) On aura à tenir compte enfin des changements de température, suivant que le système de construction l'exige, soit au moyen des calculs qui s'y rapportent, soit au moyen des dispositions prescrites au § 5, lit. *b*.

§ 16. — *Travail intérieur.*

Le travail maximum des matériaux provoqué par les charges et effets précisés au § 15, lit. *a*, *b* et *d*, ainsi que par le poids propre de la construction et calculé par cm^2 de la surface de section effective (c'est-à-dire déduction faite des trous de rivets et des parties pleines ne participant pas au travail), ne devra pas excéder les limites suivantes :

a) Pour du fer soudé (fer forgé, puddlé)

3. Classe.

1° Eine Menschenlast von 340 *kg* per m^2.

2° Ein vierrädriger Lastwagen zu 3 *t* Gesammtgewicht bei 4·8 *m* Länge (ohne Deichsel), 2·3 *m* Breite, 2·4 *m* Radstand, 1·4 *m* Geleiseweite, mit einer Bespannung von zwei Pferden im Gesammtgewichte von 1 *t* auf 3·2 *m* Länge.

Die Einreihung einer zu erbauenden Strassenbrücke in eine der vorstehend definirten Classen hat, sofern eine politische Begehung oder sonstige commissionelle Erhebung stattfindet, bei dieser zu geschehen, wobei auch über etwaige in Ausnahmsfällen gestellte Mehrforderungen zu verhandeln ist.

c) Die Einflüsse des Windes sind in der in § 3, lit. *f* normirten Weise zu berücksichtigen und ist hierbei die eventuelle Menschen- oder Wagenansammlung als ein fortschreitendes 2 *m* hohes volles Rechteck zu behandeln.

d) Ferner sind auch die Einflüsse der Temperaturveränderungen, insofern es das Constructionssystem bedingt, in Rechnung zu bringen oder aber durch die im § 5, lit. *b*, vorgeschriebenen Vorkehrungen zu berücksichtigen.

§ 16. — *Inanspruchnahme.*

Unter Zugrundelegung der im § 15, lit. *a*, *b* und *d* besprochenen Belastungen und Einflüsse, sowie die Eigenlast der Construction, darf die rechnungsmässige Maximal-Inanspruchnahme des Materials per cm^2 der nutzbaren Querschnittsfläche (das ist nach Abzug der Nietlöcher sowie der nichtmitwirkenden Theile des vollen Querschnittes) folgende Grenzen nicht überschreiten ;

a) Für Schweisseisen (Schmiedeeisen) wie

[1] Sur la base du tracé en plan et des profils en long et en travers, ainsi que des dessins à petite échelle des ouvrages d'art, la commission, présidée par un délégué de l'Inspection générale I. R. des chemins de fer et accompagnée des intéressés, parcourt la ligne, discutant toutes les questions concernant les voies de communication, les cours d'eau et même les expropriations.

spécifié au § 4, lit. *a*, n° 5 : 750 *kg* avec une augmentation de 2 *kg* par *m* de portée jusqu'à concurrence de 900 *kg* au plus, étant entendu que pour les poutres transversales les longerons et les pièces intermédiaires, on s'en tiendra également au travail qui correspond à leur portée.

b) Pour la fonte de fer, on admettra les limites du travail intérieur fixées au § 4, lit. *b*.

c) Enfin, les dispositions prises pour les ponts de chemins de fer au § 4, lit. *a*, n°s 3 et 4, lit. *c*, *d* et *e* (le cas échéant, § 6, lit. *b*) seront aussi applicables aux ponts-routes.

§ 17. — *Visites, charges d'épreuve et restrictions concernant la circulation des véhicules.*

a) Les ponts par-dessus les chemins de fer et les ponts de route d'accès devront, dans tous les cas, être soumis, avant leur mise en circulation, à une visite de contrôle devant une commission spéciale, pour constater que les travaux ont été exécutés suivant les règles de l'art et conformément aux plans approuvés.

L'Inspection générale I. R. des chemins de fer de l'Autriche aura, sur la production d'une demande accompagnée des documents annexes nécessaires, et sans préjudice des demandes et réserves plus impérieuses qui pourraient être faites par d'autres autorités ou services compétents, à décider dans chaque cas particulier, si, en outre de la visite de contrôle susmentionnée, il y a lieu de procéder également à une surcharge d'épreuve [1].

b) Les ponts construits doivent être soumis périodiquement, et ce au moins tous les six ans, à des visites de contrôle et, le cas échéant, à la surcharge d'épreuve; on procé-

in § 4, lit. *a*, Z. 5, normirt gilt : 750 *kg* nebst 2 *kg* Zuschlag für jedes Meter Stützweite bis höchstens zusammen 900 *kg*, wobei Querträger, Längsträger und Zwischenglieder ebenfalls nach deren Stützweite zu behandeln sind.

b) Für Gusseisen gelten bezüglich der zulässigen Inanspruchnahme die in § 4, lit. *b*, festgesetzten Grenzen.

c) Ferner haben die im § 4, lit. *a*, Z. 3 u. 4, lit. *c*, *d* und *e* (event. § 6, lit. *b*) bezüglich der Eisenbahnbrücken getroffenen Bestimmungen auch für die Strassenbrücken zu gelten.

§ 17. — *Prüfung, Erprobung und Verkehrsbeschränkung.*

a) Die fertiggestellten Bahnüberbrückungen und Zufahrtstrassenbrücken sind vor ihrer Benützung jedenfalls einer commissionellen Prüfung in Bezug auf die ordentliche Ausführung und auf die Einhaltung der genehmigten Baupläne zu unterziehen.

Hiefür ist unter Beibringung der erforderlichen Behelfe bei der k. k. Generalinspection der österreichischen Eisenbahnen einzuschreiten und wird diese Behörde, unbeschadet der von den sonst etwa competenten Behörden und Organen zu stellenden weitergehenden Forderungen, von Fall zu Fall entscheiden, ob nebst der vorerwähnten Prüfung auch eine Probebelastung stattzufinden hat.

b) Die fertiggestellten Brücken müssen auch fernerhin mindestens alle sechs Jahre periodisch geprüft, eventuell erprobt werden und ist hiefür in der in § 11, lit. *b* und *c* die-

[1] Les ponts dits « passages par-dessus » qui forment la majorité des ponts dont il est ici question, ont presque toujours des travées construites d'une manière identique pour des portées différant très peu. Il serait oiseux de soumettre tous ces ponts à des surcharges coûteuses et on se contente en général de les visiter. Par contre, les ponts-routes de grande portée, les passerelles par-dessus les gares, les ouvrages de construction anormale, etc., sont toujours soumis à la surcharge d'épreuve.

*

dera, à cet effet, ainsi qu'il a été spécifié au § 11, lit. *b* et *c*.

c) La circulation sur les ponts avec des véhicules susceptibles d'y provoquer des efforts plus défavorables que ceux qui ont servi de base aux calculs de résistance, devra être interdite.

Pour que le public puisse se rendre compte facilement de la plus grande charge admise, cette dernière devra être indiquée sur un écriteau placé aux abords de chaque pont.

C. — Ponts déja existants.

§ 18.

a) *Ponts de chemins de fer.*

1. — On fera le recensement de tous les ponts de chemin de fer en les rangeant par lignes dans un tableau dont les colonnes indiqueront au moins l'emplacement [1], l'année de la construction, le nombre des voies, la portée, l'angle entre l'axe de l'ouvrage et celui de la ligne, le système de construction adopté, la position en hauteur de la voie (en dessus, en dessous), la qualité et la provenance des matériaux de construction, la plus grande charge à supporter actuellement et le travail intérieur qui en résulte, etc., tout comme enfin les données relatives à l'approbation des projets.

Ce tableau devra être présenté dans un délai de trois mois, comptés à partir du jour de la publication de la présente ordonnance, à « l'Inspection générale I. R. des chemins de fer de l'Autriche ». Cette autorité, se basant sur les observations faites lors de la vérification des pièces présentées et, au besoin, des pièces et renseignements complémentaires qu'elle demandera, devra ensuite, dans le plus bref délai, prendre dans son propre ressort ou, s'il y a lieu, provoquer, de la part du

ser Verordnung angedeuteten Weise vorzugehen.

c) Die Befahrung der Brücken mit Fuhrwerken, welche dieselben nachtheiliger beeinflussen, als die den Festigkeitsberechnungen zugrunde gelegene Belastung, ist zu untersagen.

Damit es jedermann ermöglicht werde, die grösste zulässige Belastung auf einfachste Weise kennen zu lernen, soll diese Belastung bei jeder Brücke auf einer Tafel ersichtlich gemacht werden.

C. — Bestehende Brücken.

§ 18.

a) *Eisenbahnbrücken.*

1. Ueber alle bestehenden Eisenbahnbrükken ist eine nach Bahnlinien geordnete, entsprechend rubricirte Zusammenstellung zu verfassen, welche zum mindestens über Stationirung, Baujahr, Anzahl der Geleise, Stützweite, Winkel zwischen Objectsachse und Bahnachse, Constructionssystem, Lage der Bahn (oben, unten), Gattung und Bezugsquelle des Materials, grösste derzeit zu erleidende Belastung und hieraus resultirende Inanspruchnahme des Materials u. s. w., sowie über erfolgte Genehmigung der Bauprojecte Aufschluss gibt.

Diese Zusammenstellung ist von jeder Bahnverwaltung binnen drei Monaten vom Tage der Kundmachung dieser Verordnung der k. k. Generalinspection der österreichischen Eisenbahnen vorzulegen. Diese Behörde hat sodann auf Grund der bei Prüfung dieser Vorlagen gemachten Wahrnehmungen, eventuell nach Einholung weiterer Aufklärungen und Behelfe, mit thunlichster Beschleunigung die im Interesse der Sicherheit des Verkehres etwa erforderlichen Massnahmen entweder im

[1] En kilomètres, suivant la division adoptée par le service de l'exploitation, ainsi que cela résulte d'une circulaire ministérielle publiée récemment.

ministère du commerce, toutes les mesures exigées par la sécurité de la circulation.

2. — Indépendamment du recensement et de la présentation des pièces mentionnées ci-dessus, les Administrations de chemins de fer devront — en tant que cela n'est pas déjà fait, soumettre tous leurs ponts à une vérification par le calcul et à une surcharge d'épreuve, en admettant, à cet effet, des trains composés chacun de deux des plus lourdes locomotives de la ligne considérée, ainsi que des plus lourds wagons, et procédant pour tout le reste exactement d'après les indications du § 11 de la présente ordonnance; les résultats trouvés seront tenus à jour. On commencera à recueillir les premiers renseignements immédiatement après le jour de la publication de la présente ordonnance.

Dans le cas où la surcharge d'épreuve aura donné un résultat défavorable, ou lorsque la vérification par le calcul aura fait constatér un travail intérieur par cm^2 de la section effective, dépassant les limites maximums fixées ci-dessous, l'Administration de chemins de fer devra en référer immédiatement à « l'Inspection générale I. R. des chemins de fer de l'Autriche », en lui soumettant des propositions appropriées aux circonstances; ces limites de tolérance sont:

1. Pour le fer soudé (fer puddlé) résistant à l'extension, à la compression ou au cisaillement, 950 *kg*.

2. Pour les rivets résistant au cisaillement, 750 *kg*.

3. Pour le bois résistant à l'extension ou à la compression dans le sens des fibres, 80 *kg*.

Pour le travail intérieur combiné, résultant des effets du vent précisés au § 3, lit. *f*, et des effets de charge susmentionnés, suivant les pièces que l'on considère, ces limites seront étendues :

Ad 1,	jusqu'à concurrence de .	1,050 *kg*
Ad 2,	— — .	800 *kg*
Ad 3,	— — .	90 *kg*

eigenen Wirkungskreise zu treffen oder erforderlichen Falles bei dem Handelsministerium in Antrag zu bringen.

2. Die Bahnverwaltungen haben ferner unabhängig von den vorerwähnten Erhebungen und Vorlagen, soweit dies noch nicht geschehen sein sollte, ihre sämmtlichen Brücken *unter Zugrundelegung der für jedes Gelcise aus je zwei der schwersten Locomotiven der betreffenden Bahnlinie* und der schwersten Lastwagen gebildeten Züge, im übrigen aber ganz im Sinne des in § 11 dieser Verordnung gekennzeichneten Vorganges rechnungsmässig zu prüfen und zu erproben und die Resultate in Evidenz zu halten. Die ersten Erhebungen haben sofort nach dem Tage der Kundmachung dieser Verordnung zu beginnen.

Bei ungünstigem Ergebnisse der Probebelastung oder im Falle einer durch die Festigkeitsberechnung constatirten Ueberschreitung der nachstehend normirten Maximal-Inanspruchnahme des Materiales per cm^2 der nutzbaren Querschnittsfläche hat die Bahnverwaltung hierüber ungesäumt der k. k. Generalinspection der österreichischen Eisenbahnen unter Stellung geeigneter Vorschläge Mittheilung zu machen. Diese Grenzen sind :

1° Für *Schweisseisen* (*Schmiedeeisen*) auf Zug, Pressung oder Abscherung . 950 *kg*

2° Für die Nieten und Abscherung . . . . . 750 *kg*

3° Für Holz auf Zug und Druck in der Faserrichtung. . . . . 80 *kg*

Für die Maximal-Inanspruchnahme, welche aus den in § 3, lit. *f*, normirten Einwirkungen des Windes mit Zuziehung der vorbesprochenen Inanspruchnahme je nach den betrachteten Constructionstheilen resultirt, werden diese Genzen :

ad 1 auf 1,050 *kg*
— 2 — 800 *kg*
— 3 — 90 *kg* erweitert.

b) *Ponts par-dessus les chemins de fer, ponts de routes d'accès.*

Pour les ponts par-dessus les chemins de fer et les ponts de routes d'accès (§ 13), les Administrations de chemins de fer auront également à présenter le tableau de recensement spécifié précédemment lit. *a*, n° 1 ; il y devra être fait spécialement mention de la disposition et de la largeur de la chaussée et des trottoirs.

Dans le rapport présenté, on devra désigner, en même temps que les ouvrages cités, les autorités compétentes pour le contrôle et l'entretien des routes et chemins concernant ces ouvrages.

Indépendamment de ces dispositions, les Administrations de chemins de fer auront à s'assurer, d'une manière appropriée aux circonstances, de la résistance des ponts eu égard aux charges à supporter effectivement; elles devront aussi s'adresser aux autorités de contrôle et d'entretien compétentes, afin que les mesures de précaution prescrites au § 17, lit. *b* et *c* soient appliquées également pour ces ouvrages.

c) *Contrôle de « l'Inspection générale des chemins de fer de l'Autriche ».*

Il est réservé à l' « Inspection générale I. R. des chemins de fer de l'Autriche », de soumettre à la visite de contrôle et à la surcharge d'épreuve, conformément aux prescriptions qui précèdent et comme elle le jugera convenable, tous les ponts de chemins de fer mentionnés au lit. *a*, et tous les ponts par-dessus chemin de fer et de routes d'accès mentionnés au lit. *b*, en tant pour ces derniers qu'ils relèvent de sa compétence (§ 13).

b) *Bahnüberbrückungen und Zufahrtstrassenbrücken.*

Bezüglich der Bahnüberbrückungen und Zufahrtstrassenbrücken (§ 13) ist gleichfalls von den Bahnverwaltungen die im Vorstehenden unter lit. *a*, Z. 1, vorgeschriebene Zusammenstellung in der daselbst angeordneten Weise vorzulegen und hat dieselbe insbesondere über die Disposition und Breite der Fahrbahn, beziehungsweise der Gehwege die erforderlichen Angaben zu enthalten.

In dem Vorlageberichte sind gleichzeitig die für die betreffenden Objecte competenten Strassenverwaltungs- und Aufsichtsbehörden namhaft zu machen.

Die Bahnverwaltungen haben unabhängig von dieser Anordnung in geeigneter Weise sich von der Tragfähigkeit der Brücken gegenüber der factischen Belastung Ueberzeugung zu verschaffen und sind verpflichtet, sich an die competenten Strassenverwaltungs- und Aufsichtsbehörden zu wenden, damit auch hier die im § 17, lit. *b* und *c* vorgeschriebenen Vorsichtsmassregeln zur Geltung kommen.

c) *Untersuchung durch die Generalinspection.*

Der k. k. Generalinspection der österreichischen Eisenbahnen bleibt es vorbehalten, die *sub a* erwähnten Eisenbahnbrücken und innerhalb ihrer Competenz (§ 13) auch die *sub b* angeführten Eisenbahnüberbrückungen und Zufahrtstrassenbrücken jeder Art nach Bedarf und eigenem Ermessen im Sinne der vorangehenden Vorschriften der behördlichen Prüfung und Erprobung zu unterziehen.

D. — CONDITIONS DE FORME A OBSERVER POUR LES PIÈCES A PRÉSENTER ET LES PROCÈS-VERBAUX.

§ 19.

a) Toutes les pièces à présenter, conformément aux §§ 1, 14 et, le cas échéant, 6, 12, 17, lit. *a*, b, *c* et 18, lit. *a*, *b* de la présente ordonnance, ainsi que les mémoires et documents à produire et les procès-verbaux à dresser conformément aux §§ 8 et 10, devront être au format de 21 × 34 *cm*.

b) Les plans et calculs annexés seront pliés ou réunis en cahier, suivant le même format, et présentés en double expédition; pour l'exemplaire original, au moins, qui est destiné à l'usage de l'Administration, le papier ou tissu employé, ainsi que les matières colorantes servant aux dessins, écritures ou procédés de reproduction, devront présenter des garanties de durée suffisantes [1].

c) Après approbation des pièces soumises, conformément aux §§ 1, 14, le cas échéant 6, 12, 17, lit. *a*, *b*, *c*, et 18, lit. *a*, *b*, et après l'accomplissement des actes administratifs mentionnés aux §§ 8, 9 et 10, 17, lit. *a*, 18, lit. *c*, les exemplaires en double seront remis, régulièrement visés, à l'expéditeur ou au représentant de l'Administration de chemins de fer.

E. — DISPOSITIONS FINALES.

§ 20.

Les prescriptions de la présente ordonnance seront applicables, sans restriction aucune, à toutes les lignes de chemins de fer relevant d'Administrations privées, et avec les modifications suivantes aux lignes relevant de la

D. — FORMELLE ERFORDERNISSE BEZÜGLICH DER EINGABEN, VORLAGEN UND PROTOCOLLE.

§ 19.

a) Alle im Sinne der §§ 1, 14, respective 6, 12, 17, lit. *a*, *b*, *c* und 18, lit. *a*, *b* dieser Verordnung einzureichenden Eingaben, sowie die im Sinne der §§ 8 und 10 vorzulegenden Behelfe oder aufzunehmenden Protokolle sind im Formate von 21 × 34 *cm* zu halten.

b) Die als Beilagen dienenden Pläne und Berechnungen sind im oben erwähnten Formate gefaltet, beziehungsweise geheftet und in zweifacher Ausfertigung einzureichen und muss zum Mindesten das zum speciellen späteren Amtsgebrauche bestimmte Originalexemplar auf solchem Papier oder Leinwandmateriale und mit solchen Zeichen-, Schreib- oder Vervielfältigungsmaterialien angefertigt sein, dass für dessen dauerhaften Bestand die nöthige Sicherheit geboten erscheint.

c) Nach erfolgter Genehmigung der im Sinne der §§ 1, 14, eventuell 6, 12, 17, lit. *a*, *b*, *c* und 18, lit. *a*, *b*, vorgelegten Behelfe, sowie nach entsprechend durchgeführter Amtshandlung im Sinne der §§ 8, 9 und 10, 17, lit. *a*, 18, lit. *c*, werden die entsprechend unterfertigten Duplicatsexemplare den Einsendern, beziehungsweise den Vertretern der Bahnverwaltung eingehändigt.

E. — SCHLUSSBESTIMMUNGEN.

§ 20.

Die Bestimmungen der gegenwärtigen Verordnung haben in Bezug auf die den Privat-Eisenbahnverwaltungen unterstehenden Eisenbahnen ohne jede Einschränkung, in Bezug auf die der k. k. General-Direction der

[1] Les reproductions héliographiques, les hectographies violettes ou multicolores aux couleurs d'aniline, etc., ne sont admises qu'après certains essais spéciaux.

« Direction générale I. R. des chemins de fer de l'État en Autriche » :

a) En tant que d'après le statut sur l'organisation de l'Administration des chemins de fer de l'État dans les royaumes et pays représentés au « Reichsrath », statut approuvé en très haut lieu et publié par l'ordonnance du ministre du commerce en date du 23 juin 1884, R.-G.-Bl. 103, ou bien encore d'après une autorisation spéciale du ministre du commerce, la « Direction générale I. R. des chemins de fer de l'État en Autriche » sera compétente pour approuver les projets pour la construction, l'agrandissement et la reconstruction de lignes de chemin de fer considérées; cette autorité aura également à approuver les projets pour la construction ou la reconstruction des ponts de chemins de fer, des ponts par-dessus les chemins de fer et des ponts de routes d'accès; on se dispensera alors de présenter les projets comme il est prescrit au § 1 ou au § 14 et, le cas échéant, au § 6.

b) Dans le même cas (lit. *a*), la « Direction générale I. R. des chemins de fer de l'État en Autriche » aura à préparer également tous les actes d'instruction administrative nécessaires en vertu des §§ 8, 9, 10 et 17, lit. *a*; toutefois, l' « Inspection générale I. R. des chemins de fer de l'Autriche » y devra être convoquée en temps utile, communication lui étant faite en même temps d'un exemplaire des mémoires et documents prescrits par la présente ordonnance. Le représentant de cette autorité de contrôle aura à intervenir dans les instructions administratives en question avec les attributions fixées par les paragraphes susmentionnés.

c) Dans le cas où l'« Inspection générale I. R. des chemins de fer de l'Autriche » à laquelle une copie des travaux de recensement prévus aux §§ 11 et 18 doit être communiquée, aurait jugé que, d'après l'examen de ces tableaux, une mesure est devenue nécessaire dans l'intérêt de la sécurité de l'exploitation, elle devra aussitôt adresser ses propositions à

österreichischen Staatsbahnen unterstehenden Bahnlinien aber mit den folgenden Einschränkungen Anwendung zu finden :

a) Insoweit in Gemässheit des mit der Verordnung des Handelsministers vom 23. Juni 1884. R.-G.-Bl., Nr. 103, kundgemachten Allerhöchst genehmigten Statutes über die Organisation der Staats-Eisenbahnverwaltung in den im Reichsrathe vertretenen Königreichen und Ländern oder kraft besonderer Ermächtigung des Handelsministers zur Genehmigung der Projecte für die Neuanlage, die Erweiterung oder die Reconstruction der betreffenden Bahnlinien überhaupt die k. k. General-Direction der österreichischen Staatsbahnen berufen erscheint, obliegt dieser Behörde auch die Genehmigung der Projecte für die Neuanlage oder den Umbau von Eisenbahnbrücken, Bahnüberbrückungen und Eisenbahn-Zufahrtstrassenbrücken und hat demnach die im § 1, resp. § 14 und eventuell § 6 vorgeschriebene Vorlage zu entfallen.

b) In einem solchen Falle (lit. *a*) werden die im Sinne der §§ 8, 9, 10 und 17 *a* vorzunehmenden Amtshandlungen ebenfalls durch die k. k. Generaldirection der österreichischen Staatsbahnen eingeleitet; es ist jedoch die k. k. Generalinspection der österreichischen Eisenbahnen unter Uebermittlung eines Exemplares der durch die gegenwärtige Verordnung vorgeschriebenen Behelfe rechtzeitig einzuladen, und hat bei den commissionellen Verhandlungen der Vertreter dieser Aufsichtsbehörde mit dem in den vorcitirten Paragraphen beschriebenen Wirkungskreise zu interveniren.

c) Wenn die k. k. Generalinspection der österreichischen Eisenbahnen auf Grund der ihr in Abschrift mitzutheilenden in den §§ 11 und 18 vorgesehenen Zusammenstellungen im Interesse der Betriebssicherheit eine Verfügung für nothwendig erachtet, so hat sie dieselbe sofort bei der k. k. Generaldirection der österreichischen Staatsbahnen in Antrag zu

a « Direction générale I. R. des chemins de fer de l'État en Autriche » et en référer en même temps au ministère du commerce.

§ 21.

La présente ordonnance entre en vigueur le jour de sa publication. L'ordonnance du ministère du commerce du 30 août 1870 (R.-G.-Bl., n° 114), et les prescriptions du § 21, alinéas 3 et 4 de l'ordonnance du ministère du commerce du 25 janvier 1879 (R.-G.-Bl., n° 19), sont abrogées en même temps.

BACQUEHEM M. P.

bringen, gleichzeitig aber auch dem Handelsministerium hierüber die Anzeige zu erstatten.

§ 21.

Die gegenwärtige Verordnung tritt mit dem Tage ihrer Kundmachung in Wirksamkeit. Mit diesem Zeitpunkte treten die Verordnung des Handelsministeriums vom 30. August 1870, R.-G.-Bl., Nr. 114, sowie die Anordnungen im § 21, Absatz 3 und 4 der Verordnung des Handelsministeriums vom 25. Jänner 1879, R.-G.-Bl., Nr. 19, ausser Kraft.

BACQUEHEM, M. P.

ANNEXE 2.

Cahier des charges-type technique pour la fourniture et le montage des ponts en fer, approuvé par le ministère I. et R. du commerce d'Autriche (Grundsætzliche Bestimmungen für die Lieferung und Aufstellung eiserner Brücken in der vom K. K. Handelsministerium genehmigten Fassung).

(*Traduction*) (1).

§ 1. — Nature des matériaux.

Les matériaux à employer dans les tabliers des ponts sont *a*) ou du fer soudé, ou *b*) du fer coulé Martin basique. On emploie, en outre, pour les appuis des longerons, *c*) le fer fondu et *d*) l'acier.

a) Le *fer soudé* doit, pour une résistance à la rupture par cm^2 de 3,600 *kg* et au delà, présenter un allongement d'au moins 12 p. c. dans le sens du laminage.

Pour une résistance à la rupture moindre, l'allongement sera proportionnellement plus grand, et il sera d'au moins 20 p. c. pour la résistance minimum admissible de 3,300 *kg* par cm^2.

Le fer des rivets et boulons doit, pour une résistance de 3,600 *kg*, présenter un allongement d'au moins 18 p. c.

Les pièces en fer soudé qui peuvent, dans la construction, être sollicitées dans diverses directions comme les âmes des poutres et leurs couvre-joints, les goussets des points d'articulation (ou nœuds), doivent présenter perpendiculairement au laminage une résistance d'au moins 3,000 *kg* par cm^2, avec un allongement d'au moins 5 p. c.

(*Texte original*).

§ 1. — Charakteristik des Materiales.

Das für eiserne Tragwerke der Brücken zu verwendende Material ist entweder *a*) Schweisseisen oder *b*) basisches Martinflusseisen. Zu Brückenlagern wird auch *c*) Gusseisen und *d*) Stahl verwendet.

a) Das *Schweisseisen* muss bei 3,600 *kg* Bruchfestigkeit pro cm^2 und darüber mindestens 12 Procent Dehnung in der Walzrichtung haben.

Bei einer geringeren Bruchfestigkeit muss eine verhältnismässig grössere Dehnung, welche bei der noch gestatteten niedersten Bruchgrenze von 3,300 *kg* mindestens 20 Procent zu betragen hat, vorhanden sein.

Das zu verwendende Nieten- und Schraubeneisen muss bei 3,600 *kg* Bruchfestigkeit pro cm^2 eine Dehnung von mindestens 18 Procent aufweisen.

Bei Eisensorten, welche bei ihrer Verwendung nach mehreren Richtungen hin in Anspruch genommen werden, wie Stehbleche und deren Stosslaschen, dann Knotenbleche u. s. w., muss die Festigkeit quer zur Walzrichtung mindestens 3,000 *kg* pro cm^2 und die Dehnung mindestens 5 Procent betragen.

(1) Cette traduction est due à M. De Busschere, ingénieur en chef aux chemins de fer de l'État belge.

b) Le *fer coulé Martin* basique, qui est toujours à employer dans certaines parties du tablier, doit, pour une résistance à la rupture dans le sens du laminage variant de 3,500 à 4,500 *kg* par *cm*², posséder un allongement qui sera compris entre 28 p. c., correspondant au chiffre inférieur ci-dessus, et 22 p. c., correspondant au chiffre supérieur et qui, pour les résistances intermédiaires, devra être égal à l'allongement déduit par interpolation.

De plus, dans un même pont, les résistances des divers éléments du tablier ne peuvent différer entre elles de plus de 700 *kg*.

c) Le fer coulé Martin pour rivets doit, pour une résistance à la rupture de 3,500 à 4,000 *kg*, présenter un allongement d'au moins 32 à 26 p. c.

Pour les essais à la rupture sous des efforts perpendiculaires à la direction du laminage, les nombres relatifs à la résistance à la rupture qui précèdent sont encore applicables, mais ceux qui se rapportent aux allongements doivent être diminués chacun de deux unités.

Le métal des pièces en fer fondu doit, par *cm*², avoir une résistance à la traction d'au moins 1,200 *kg*, et une résistance à la compression d'au moins 5,000 *kg*.

d) Le métal des coussinets de sabots d'appui en acier coulé Martin doit, pour une résistance à la rupture d'au moins 5,700 *kg* par *cm*², présenter un allongement d'au moins 10 p. c.

§ 2. — Fabrication des pièces laminées.

Les pièces laminées en fer sont fabriquées, soit *a*) en fer soudé, soit *b*) en fer coulé Martin basique.

a) Le fer soudé des pièces laminées sera obtenu au moyen de fer cru de la meilleure qualité.

Les pièces laminées qui occuperont une position telle dans la construction qu'elles seront sollicitées non seulement dans le sens

b) Das in was immer für Theilen der tragenden Construction zu verwendende basische *Martinflusseisen* muss bei einer in der Walzrichtung gemessenen Bruchfestigkeit von 3,500 *kg* bis 4,500 *kg* pro *cm*² mindestens jene Dehnung besitzen, welche zwischen 28 Procent für die untere und 22 Procent für die obere Bruchgrenze aus der geradlinigen Interpolation entsteht.

Ferner darf bei jeder einzelnen Brücke in allen Theilen der tragenden Construction die Bruchfestigkeit nur innerhalb eines Spielraumes von 700 *kg* pro *cm*² schwanken.

c) Das zu verwendende *Nietflusseisen* muss bei 3,500 *kg* bis 4,000 *kg* Bruchfestigkeit mindestens 32 Procent bis 26 Procent Dehnung aufweisen.

Bei senkrecht auf die Walzrichtung vorgenommenen Zerreissproben haben dieselben Bruchgrenzen, dagegen die um zwei Einheiten verminderten Dehnungsprocente zu gelten.

Das zur Verwendung kommende *Gusseisen* muss eine Zugfestigkeit von mindestens 1,200 *kg* pro *cm*², ferner eine rückwirkende Festigkeit von 5,000 *kg* pro *cm*² besitzen.

d) Der für die Lagerbestandtheile zur Anwendung gelangende *Martinflussstahl* muss eine Bruchfestigkeit von mindestens 5,700 *kg* pro *cm*² bei einer Dehnung von mindestens 10 Procent haben.

§ 2. — Erzeugung der Walzeisensorten.

Die Erzeugung der Walzeisensorten erfolgt entweder *a*) aus Schweisseisen oder *b*) aus basischem Martinflusseisen.

a) Zur Erzeugung des Schweisseisens für die Walzfabrikate darf nur Roheisen bester Qualität verwendet werden.

Erfolgt die künftige Beanspruchung der Eisensorten bei ihrer Verwendung ausser in der Walzrichtung auch in einer zu dieser

du laminage, mais aussi dans des directions obliques à ce sens, seront obtenues au moyen de paquets dans lesquels on croisera les mises, et qui seront laminés comme des tôles. Parmi les pièces de cette espèce, on comprend les âmes et leurs couvre-joints, les goussets d'articulation, etc.

b) Les pièces laminées en fer coulé Martin seront obtenues au moyen du laminage de gros lingots coulés. On devra éviter qu'à leur sortie du laminoir, elles n'éprouvent un refroidissement brusque et régulier.

La date de commencement de la fabrication des matériaux dans les usines doit être notifiée en temps utile à l'auteur de la commande, afin qu'il puisse prescrire les dispositions à prendre en vue des épreuves.

§ 3. — Propriétés des matériaux en général.

Le fer (fer soudé ou fer coulé Martin) doit avoir une texture homogène; il ne pourra être cassant ni à froid ni à chaud, se laissera bien étirer et possédera une surface plane. Il ne pourra présenter de pailles.

Les pièces en fer fondu seront fabriquées au moyen de fonte grise douce pure et seront exemptes de défauts.

Les pièces en acier seront fabriquées proprement et sans défaut.

Le plomb à employer sera bien pur et ductible.

§ 4. — Épreuves des matériaux.

La réception des matériaux se fait ensuite des résultats donnés par les essais suivants, consistant en épreuves de traction, de pliage et de rupture et en autres épreuves.

a) Conditions générales.

En vue des épreuves des matériaux à recevoir, il doit être remis à l'agent réceptionnaire une spécification de ces matériaux, laquelle,

geneigten Richtung, so sind die Eisenpakete kreuzweise zu paketiren und als Bleche zu walzen. Solche Eisensorten sind Stehbleche, Stosslaschen derselben, Knotenbleche u. s. w.

b) Die aus *Martinflusseisen* zu erzeugenden Walzsorten sollen aus grossen gegossenen Stücken gewalzt werden. Nach dem Auswalzen ist eine plötzliche oder ungleichmässige Abkühlung sorgfältig zu vermeiden.

Der Beginn der Erzeugung der Materialien in den Walzwerken ist dem Besteller rechtzeitig bekannt zu geben, welcher dann die Durchführung der Materialproben veranlassen wird.

§ 3. — Beschaffenheit der Materalien im Allgemeinen.

Das *Eisen* (Schweisseisen oder Martinflusseisen) muss ein gleichartiges Gefüge zeigen; es darf weder kalt- noch rothbrüchig sein, soll sich gut stauchen lassen und eine glatte Oberfläche besitzen. Unganze Stellen dürfen nicht vorkommen.

Die Bestandtheile aus *Gusseisen* müssen aus weichem grauen *Roheisen* rein und fehlerfrei hergestellt werden.

Die Bestandtheile aus *Stahl* sind rein und ohne Fehler herzustellen.

Das zur Verwendung gelangende *Blei* muss gut gereinigt und geschmeidig sein.

§ 4. — Vornahme von Materialproben.

Für die Uebernahme des Materiales sind die Resultate nachstehender Proben massgebend. Dieselben umfassen Zerreiss-, Biege-, Bruch- und sonstige Proben.

a) Allgemeine Bestimmungen.

Behufs Erprobung des zu übernehmenden Materiales ist dem Uebernahmsorgane ein Verzeichnis dieses Materials, welches rück-

lorsqu'il s'agira de matériaux en fer coulé Martin, donnera également le numéro de la coulée. Dans ce but, toute pièce laminée en fer coulé Martin sera marquée d'une façon apparente, à sa sortie du laminoir, du chiffre de la coulée dont elle provient.

L'agent réceptionnaire devra pouvoir, à tout moment de la fabrication, prendre connaissance du livre des coulées.

Parmi les pièces laminées présentées en réception, l'agent réceptionnaire en choisira, en général, 5 p. c. pour être soumises aux épreuves; il lui est cependant loisible de soumettre aux épreuves un plus grand nombre de pièces. Le choix des pièces à essayer se fera de façon qu'il y en ait au moins une de chaque coulée pour les pièces en fer coulé Martin, et une de chaque série de laminage pour les pièces en fer soudé.

Si une des pièces choisies ne satisfait pas aux conditions, on procède à des essais complémentaires, et, à cet effet, on prendra trois pièces en plus provenant de la même coulée, ou, selon le cas, de la même série de laminage, et elles seront essayées dans des conditions tout à fait semblables. Si une seule de ces trois pièces ne donne pas des résultats satisfaisants, on rebutera toutes les pièces provenant de cette coulée, ou de cette série. On rebutera semblablement l'ensemble des pièces provenant d'une même coulée ou d'une même série de laminage si, lors des premiers essais, deux des pièces parmi celles choisies pour les essais n'ont pas donné de résultats satisfaisants.

Les barrettes d'essai à prendre dans les pièces à soumettre aux épreuves seront découpées à froid et avec les soins nécessaires pour ne pas altérer la texture du métal.

Il est interdit de faire subir à ces barrettes

sichtlich der *Martinflusseisentheile* auch die Angabe der Satznummern (Chargenummern) enthalten muss, aus denen die Theile gewalzt wurden, einzuhändigen. Zu diesem Zwecke ist auch jedes Walzstuck aus Martinflusseisen sofort nach erfolgter Fertigwalzung deutlich mit der Nummer des Satzes, aus welchem es erzeugt wurde, zu bezeichnen.

Das Uebernahmsorgan ist berechtigt, jederzeit in die Chargenbücher des Werkes Einsicht zu nehmen.

Zur Erprobung werden im Allgemeinen von hundert der zur Uebernahme bestimmten Walzstücke je fünf Stücke von dem Uebernahmsorgane ausgewählt; demselben steht es jedoch frei, auch mehr Stücke der Erprobung zu unterziehen.

Die Auswahl der Probestücke wird stets so getroffen, dass für *Martinflusseisen* von jedem Satze und für Schweisseisen von jeder Walzsorte mindestens eine Probe genommen wird.

Entspricht von den ausgewählten Stücken *eines* den Bedingungen nicht, so werden Ergänzungsproben gemacht, und werden zu diesem Behufe *drei* weitere Probestücke aus demselben Satze, beziehungsweise aus derselben Walzsorte ausgewählt und in ganz gleicher Art geprüft. Sollte von diesen drei Probestücken ein einziges den Bedingungen nicht entsprechen, so werden sämmtliche Stücke aus diesem Satze beziehungsweise dieser Walzsorte verworfen. In gleicher Weise werden die gesammten Stücke aus jenem Satze oder jener Walzsorte verworfen, wovon schon bei den ursprünglich ausgewählten Probestücken zwei den Bedingungen nicht entsprechen.

Die Abtrennung der Probestäbe von dem zu erprobenden Materiale soll in kaltem Zustande, u. zw. derart vorgenommen werden, dass hiebei keine schädliche Einwirkung auf das Gefüge entsteht. Eine weitere Bear-

un travail autre que celui exigé par leur façonnage.

Le planage des barrettes, pour autant qu'il soit nécessaire, ne peut se faire que par pression et à la température normale.

Un recuit des barrettes en vue d'essais à froid n'est permis en aucune circonstance.

Dans toutes les épreuves de pliage à froid, la température des barrettes d'essai devra être comprise entre 10 et 20 degrés centigrades au-dessus de 0.

Les matériaux satisfaisants aux prescriptions et admis en réception doivent être poinçonnés en conséquence.

Les pièces exclues des réceptions doivent recevoir une marque qui, sans les rendre impropres à d'autres usages, permette de les reconnaître aisément comme pièces rebutées.

b) Conditions particulières.

1. *Épreuves de rupture à la traction.*

Pour les essais de rupture à la traction des tôles, cornières et autres fers, on façonnera les barrettes d'essai nécessaires au moyen de machines à fraiser ou à raboter, et leur larges côtés conserveront les surfaces brutes du laminage. Pour mesurer l'allongement, on tracera sur les barrettes ayant 5 cm^2 de section, deux repères distants de 20 *cm*. S'il est indispensable de faire porter un essai sur une barrette de section différente de celle ci-dessus, mais ayant au moins 3 cm^2 de section, la distance des deux marques de repère sera prise égale à $\sqrt{80\ S}$, expression dans laquelle S représente la surface de la section transversale.

Le fer rond pour rivets sera essayé avec sa surface brute de laminage et sans aucun apprêt préalable.

Les barrettes d'essai doivent, si on l'exige, être marquées d'une graduation en centimètres sur toute leur longueur.

beitung der Probestäbe ausser der zur Appretur erforderlichen ist nicht gestattet.

Ein Geraderichten der Probestäbe, sofern dies nothwendig ist, soll nur durch Druck auf das in normaler Temperatur sich befindliche Material vorgenommen werden.

Ein Ausglühen der Probestäbe für Kaltproben darf unter keinen Umständen stattfinden.

Alle Kaltbiegeproben sollen bei einer Temperatur des Probestabes von 10° bis 20° Celsius über 0 vorgenommem werden.

Das übernommene vorschriftsmässige Material ist als solches durch Stempelung zu kennzeichnen.

Von der Uebernahme ausgeschlossene Theile sind ebenfalls derart zu bezeichnen, dass deren Verwerfung sicher zu erkennen ist, ohne dass dadurch das Material für andere Zwecke unbrauchbar wird.

b) Besondere Bestimmungen.

1. *Zerreissproben.*

Für die Zerreisproben der Bleche, Flach-, Winkel- und sonstigen Formeisen werden die erforderlichen Probestäbe mittels Fraise- oder Hobelmaschine hergestellt. Auf der Breitseite ist bei diesen Probestäben die Walzhaut zu belassen. Die Dehnung ist an einem Probestabe von 5 cm^2 Querschnitt bei 20 *cm* Markenentfernung zu messen. Ist die Verwendung eines Probestabes mit einem anderen als dem zuvor angegebenen Querschnitte, welcher jedoch nicht unter 3 cm^2 betragen soll, unvermeidlich, so ist die Markenentfernung gleich $\sqrt{80\ S}$ zu nehmen, wobei S die Querschnittsfläche bezeichnet.

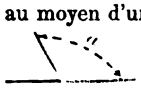
Das Nietrundeisen wird mit der Walzhaut und in nicht weiter bearbeitetem Zustande zerrissen.

Die Probestäbe sind, wenn dies verlangt wird, der Länge nach mit einer Centimeter-Eintheilung zu versehen.

Lorsqu'une barrette donne à l'épreuve de traction un résultat non satisfaisant, visiblement dû à ce qu'elle a été mal façonnée, ou à ce qu'elle n'a pas été convenablement serrée entre les mâchoires de l'appareil, ou encore lorsque la rupture se produit à l'extérieur du tiers moyen de la distance des marques, l'épreuve ne sera pas considérée comme valable.

2. *Épreuves de pliage, de rupture et épreuves diverses.*

Les épreuves de pliage devront être faites au moyen d'une presse.



L'angle *a* de pliage est celui décrit par le côté de la tôle sur lequel la presse agit.

Pour faire l'essai de pliage d'une pièce qui doit être trempée, on trempera la barrette en la plongeant dans un bain d'eau tiède dont la température ne dépasse pas 28° centigrades.

Les épreuves à pratiquer sont les suivantes :

a) Fer soudé.

1. Des bandes de 50 à 80 *mm* de largeur, découpées dans le sens du laminage dans les tôles, dans les larges plats, ou dans les fers cornières et ayant leurs arêtes chanfreinées, doivent pouvoir être pliées à froid sous un angle d'au moins 150° et avec un rayon de raccordement des deux côtés de l'angle égal à leur épaisseur, sans éprouver gerçures dans la section de pliage.

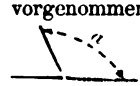
A la température rouge cerise, les bandes doivent pouvoir être pliées sous un angle de 180°, et les côtés de l'angle doivent s'appliquer entièrement l'un sur l'autre sans qu'il se produise de gerçures dans la section de pliage.

Les bandes découpées perpendiculairement au laminage dans les tôles et pliées sous le même angle, doivent présenter les mêmes propriétés; toutefois, le rayon de raccorde-

Wenn ein Probestab infolge von deutlich erkennbaren Bearbeitungsfehlern oder infolge unrichtiger Einspannung eine ungenügende Zerreissprobe liefert, oder wenn der Bruch ausserhalb des mittleren Drittels der Markenentfernung eintritt, so ist die Probe nicht massgebend.

2. *Biege-, Bruch- und sonstige Proben.*

Die Biegeproben sollen unter einer Presse vorgenommen werden.



Als Biegewinkel ist stets der Winkel *a* zu betrachten, welchen ein Schenkel bei der Biegung zu durchlaufen hat.

Die Härtung behufs Vornahme von Härtungsbiegeproben wird dadurch bewirkt, dass der schwach rothglühende Stab in lauem Wasser von nicht über 28° Celsius abgeschreckt wird.

Die vorzunehmenden Proben sind folgende:

a) Schweisseisen.

1. 50 bis 80 *mm* breite, in der Walzrichtung abgetrennte Streifen von Blechen, Flach- und Winkeleisen mit abgefasten Kanten müssen in kaltem Zustande über eine Rundung, deren Halbmesser gleich der zweifachen Stabdicke ist, winkelförmig gebogen werden können, ohne dass hiebei an der Biegungsstelle Risse entstehen. Der Biegewinkel muss mindestens 150° betragen.

Im rothglühenden Zustande müssen die Streifen um einen Winkel von 180° gebogen und vollständig aufeinander gedrückt werden können, ohne dass an der Biegestelle Anrisse auftreten.

Die gleichen Eigenschaften müssen Streifen von Bleche zeigen, welche quer zur Walzrichtung abgetrennt und unter gleichem Winkel abgebogen wurden. Als Halbmesser der Run-

ment des deux côtés de l'angle peut être égal à douze fois l'épaisseur de la bande dans le pliage à froid. et égal à huit fois cette épaisseur dans le pliage à chaud.

2. Des barrettes dans lesquelles on fait normalement au laminage une entaille d'une profondeur de 1 à 2 *mm* et pliées jusqu'à la rupture avec cette entaille à l'extérieur, doivent montrer une structure nerveuse et les deux parties doivent rester adhérentes sur toute leur largeur lorsque les deux côtés sont entièrement repliés l'un sur l'autre.

3. Frappée à coups de marteau parallèlement au laminage, une bande de 30 à 50 *mm* de largeur chauffée au rouge cerise, doit s'aplatir, et sa largeur doit devenir 1·5 plus grande sans qu'il y ait trace de fente.

4. Plié à froid et rabattu sur lui-même à coups de marteau, le fer pour rivets doit présenter au pli un œillet d'un faible diamètre, égal à la moitié du diamètre du fer rond sans montrer de traces de criques dans la section de pliage. Plié sous un angle de 45° et avec un rayon de raccordement des deux côtés égal au rayon du fer rond, le fer à rivets doit pouvoir être parfaitement redressé, sans présenter aucune trace de fendillement.

Chauffé au rouge cerise, un morceau de fer rond d'une longueur égale au double de son diamètre doit se laisser refouler au tiers de cette longueur sans se fendiller.

Les têtes de rivets doivent, au rouge cerise, pouvoir être martelées plates sans présenter de criques ou crevasses.

β) *Fer coulé Martin.*

1. *Non endommagée,* une barrette de 50 à 80 *mm* de largeur découpée dans une tôle, un large-plat ou un fer d'angle à larges ailes doit, sans se criquer, pouvoir supporter un pliage de 180°; ce pliage devra pouvoir se faire dans des conditions telles que, pour les matériaux présentant une résistance à la rup-

dung bei der Biegung hat dann jedoch im kalten Zustande die zwölffache, im rothglühenden Zustande die achtfache Stabdicke zu gelten.

2. Probestäbe, senkrecht auf die Walzrichtung 1 bis 2 *mm* tief eingemeiselt und mit der Kerbe nach aussen bis zum Bruche gebogen, müssen eine sehnige Structur zeigen, und darf keine vollständige Trennung der Theile eintreten, wenn der Streifen vollständig zusammengebogen wird.

3. Im rothglühenden Zustande muss ein 50 bis 88 *mm* breiter Streifen sich durch Hammerschläge parallel zur Walzrichtung auf das 1.5-fache seiner ursprünglichen Breite aufbreiten lassen, ohne dass sich Spuren einer Trennung zeigen.

4. *Nieteisen* muss kalt gebogen und mit dem Hammer zusammengeschlagen eine Schleife mit einem lichten Durchmesser gleich dem halben Durchmesser des Rundeisens bilden können, ohne dass Spuren einer Trennung des Materiales an der Biegestelle bemerkbar werden. Bei einer Biegung um eine Rundung mit dem Halbmesser gleich dem Halbmesser des Rundeisens bis zu einem Winkel von 45° und wieder vollständig zurück, darf sich keinerlei Anriss zeigen.

Ein Stück Nieteisen muss in rothglühendem Zustande bei einer Länge gleich dem doppelten Durchmesser auf 1/3 dieser Länge sich zusammenstauchen lassen, ohne rissig zu werden.

Nietköpfe müssen in rothglühendem Zustande sich flach hämmern lassen, ohne dass Risse oder Sprünge entstehen.

β) *Martinflusseisen.*

1. *Im unverletzten Zustande* muss ein 50 bis 80 *mm* breiter Streifen von Blechen, Flacheisen, u.s.w. oder ein aufgebreitetes Winkeleisen, ohne Einrisse zu bekommen, eine Biegung von 180° aushalten, welche bei einem Materiale von 4,500 *kg* Bruchfestigkeit über eine Rundung, deren Durchmesser gleich der

ture de 4,500 *kg*, le rayon de raccordement des deux côtés de l'angle soit au plus égal à l'épaisseur de la barrette, et que, pour les matériaux ne présentant qu'une résistance de 3,500 *kg*, les deux côtés de l'angle se rabattent entièrement l'un sur l'autre.

2. *Endommagée,* c'est-à-dire ayant subi sur toute sa largeur, et normalement au laminage, une entaille au moyen d'un ciseau tranchant égale en profondeur au dixième de son épaisseur, une barrette de 50 à 80 *mm* de largeur, découpée dans une tôle, un large-plat ou un fer d'angle, etc., doit pouvoir, avec un rayon de raccordement des deux côtés de l'angle égal à cinq fois l'épaisseur de la barrette, supporter sans se briser brusquement un pliage dont l'angle sera au moins égal à 90° pour les matériaux ayant une résistance de rupture de 4,500 *kg*, et à 150° pour les matériaux ayant une résistance de rupture au plus de 3,500 *kg*.

3. Chauffées au rouge cerise, des barrettes découpées dans les tôles, etc., doivent pouvoir être pliées à vive arête et les côtés de l'angle doivent pouvoir être entièrement rabattus l'un sur l'autre sans présenter de gerçures.

4. Le fer à rivets doit pouvoir, à froid, être plié et rabattu sur lui-même au marteau au point que les deux parties se touchent complètement sans qu'il y ait trace de fendillement dans la section de pliage.

5. Le fer à rivets plié sous un angle de 90° et avec un rayon de raccordement des deux côtés égal au rayon du rivet, doit pouvoir se laisser complètement redresser sans qu'il se produise trace de gerçures.

6. Le fer à rivets doit, à froid, se laisser refouler au point de présenter une tête plate non fissurée d'un diamètre égal à 1·5 fois son diamètre.

7. Chauffée au rouge cerise, une tête de rivet doit, sans se gercer, se laisser marteler à plat, et aucune place endommagée ne pourra se montrer, même lorsque le martelage de la

Stabstärke ist, dagegen bei einem Materiale von 3,500 *kg* Bruchfestigkeit derart vorzunehmen ist, dass die beiden Stabschenkel vollständig aufeinander gedrückt werden.

2. *Im verletzten Zustande*, das ist nach Vornahme einer Einkerbung mittels eines scharfen Meissels, senkrecht auf die Walzrichtung und über die ganze Stabbreite bis auf ein Zehntel der Stabdicke, darf ein 50 bis 80 *mm* breiter Streifen von Blechen, Flacheisen, Winkeleisen, u.s.w., über eine Rundung gebogen, deren Durchmesser gleich der fünffachen Stabstärke ist, keinen plötzlich durchgehenden Bruch aufweisen, bevor ein Biegenwinkel erreicht wird, welcher bei einem Materiale von 4,500 *kg* Bruchfestigkeit mindestens 90°, bei einem Materiale von 3,500 *kg* Bruchfestigkeit mindestens 150° zu betragen hat.

3. *Im rothglühenden Zustande* dürfen Streifen von Blechen, u.s.w., über eine scharfe Kante gebogen und dann vollständig zusammengeschlagen, keine Anrisse zeigen.

4. *Nieteisen* darf kalt gebogen und mit dem Hammer derart zusammengeschlagen sein, dass die beiden Schenkel sich vollständig berühren und keine Spuren von Trennung an der Biegungsstelle zeigen.

5. Nach einer Biegung um eine Rundung mit dem Halbmesser gleich dem Halbmesser des Rundeisens um einen Winkel von 90° muss sich das Nieteisen wieder gerade richten lassen, ohne dass Spuren einer Verletzung auftreten.

6. Das Nieteisen muss sich in kaltem Zustande soweit stauchen lassen, dass ein flacher Kopf ohne Risse mit 1·5-fachem Durchmesser des Rundeisens gebildet werden kann.

7. Im rothglühenden Zustande muss ein Nietkopf sich, ohne Risse zu bekommen, flach aushämmern lassen, und dürfen auch dann noch keine schadhaften Stellen sich zeigen,

tête aplatie est continué pendant la chaleur bleue succédant à la chaleur rouge.

8. Les épreuves de pliage des matériaux trempés ne pourront donner des résultats plus défavorables que ceux correspondants aux limites renseignées aux nos 1 et 2.

γ) Fer fondu.

Un coup de tranche appliqué normalement à l'arête d'un des côtés à angle droit d'une pièce en fer fondu doit laisser une trace d'entaille sans faire éclater l'arête.

§ 5. — Rivets et boulons à vis.

Les rivets et boulons à employer dans le tablier doivent être en métal de même nature (fer soudé ou fer coulé) que les parties constitutives de celui-ci.

Les rivets doivent être fabriqués à la machine; on doit éviter avec soin de les chauffer trop lors de cette fabrication.

Pour des rivets devant avoir le même diamètre, on admettra une tolérance de 1/2 *mm*. Le centre des têtes des rivets doit correspondre bien exactement à l'axe de leur tige cylindrique.

Dans les boulons, la tête et le corps doivent être forgés d'une pièce; en aucun cas, la tête ne peut être soudée. Le filet doit être taraudé d'après le procédé Whithworth; il doit être net, avoir un développement suffisant, et les creux et saillies doivent être les mêmes dans tous les écrous et boulons, de façon qu'on puisse changer à volonté soit les écrous, soit les boulons. Les écrous ne peuvent se mouvoir sur les filets ni trop durement ni avec trop de facilité. Les faces des têtes de boulons et des écrous qui doivent être en contact avec les tôles doivent être dressées au tour. Lorsque l'écrou est tourné à fond, la partie filetée doit le dépasser d'une longueur égale à deux pas, et cette extrémité doit être arrondie nettement à la lime.

wenn der so flachgehämmerte Nietkopf in der auf die Rothhitze folgenden Blauwärme noch weiter mit dem Hammer bearbeitet wird.

8. *Bei den Härtungsbiegeproben* darf das Material keine ungünstigeren Resultate zeigen, als es die unter Punkt 1 und 2 festgesetzten Grenzen bedingen.

γ) Gusseisen.

Bei einem mit dem Setzhammer gegen eine rechtwinkelige Kante des Gussstückes senkrecht auf die *Kante geführten Schlage muss ein Eindruck* erzielt werden können, ohne dass die Kante abspringt.

§ 5. — Nieten und Schrauben.

Die Nieten und Schrauben sind aus demselben Materiale (Schweisseisen oder Flusseisen) zu erzeugen, aus welchem die tragenden Constructionstheile der Brücke bestehen.

Die Nieten sind mit der Maschine zu erzeugen. Ueberhitzung ist hierbei sorgfältig zu vermeiden.

Bei Nieten von gleichem Durchmesser sind Abweichungen bis zu 1/2 *mm* gestattet. Die Köpfe der Nieten müssen genau auf der Mitte der Schäfte sitzen.

Bei den Schraubenbolzen muss Kopf und Spindel aus einem Ganzen geschmiedet und nicht etwa der Kopf für sich angesetzt werden. Die Schrauben sind nach dem Whitworth'schen System zu schneiden; die Gewinde müssen rein, hinreichend lang und bei allen Schrauben und Bolzen von gleicher Stärke geschnitten werden, so dass Muttern und Schrauben nach Belieben verwechselt werden können. Die Muttern dürfen weder zu fest noch zu locker auf den Gewinden laufen. Köpfe und Muttern müssen auf den Flächen, mit welchen sie Eisentheile berühren, abgedreht werden. Wenn die Muttern fest angezogen sind, so sollen mindestens zwei Gewinde über dieselben vorstehen; diese Vorsprünge werden sodann mit der Feile rein abgerundet.

Les boulons employés pour l'assemblage des pièces doivent être munis de dispositifs empêchant le desserrage des écrous.

§ 6. — Fabrication des pièces en fer fondu et en acier.

Toutes les pièces en fer fondu ou en acier coulé doivent être bien nettement fabriquées.

Des soins particuliers doivent être apportés dans la construction des appareils de support. Aux appuis, toutes les surfaces de contact de fer sur fer doivent être bien rabotées, fraisées ou tournées, et on prendra bien soin, si l'on emploie des appuis sur sabots ou des appuis sur rouleaux, que ces sabots ou ces rouleaux se trouvent bien à la même hauteur.

§ 7. — Fabrication et dressage des pièces laminées en fer.

Toutes les pièces laminées en fer doivent, à froid, avant leur mise en œuvre, être bien dressées, planées et débarrassées de toute bavure de laminage.

Les goussets et fourrures doivent être proprement parachevés sur 2 *mm* au moyen de la machine à raboter, à fraiser et à la meule ou au moyen d'un ciseau à main et de la lime.

L'emploi de l'ébarboir est interdit.

Les faces de toutes les pièces laminées doivent être bien droites, et les arêtes doivent être bien vives et nettes.

Toutes les pièces de la construction doivent avoir exactement les dimensions indiquées aux plans, et la tolérance, en ce qui concerne l'épaisseur, ne sera que de 2 p. c. en moins et de 3 p. c. en plus.

Les pièces entrant dans la composition de ponts, et qui doivent, d'après les plans, être d'une pièce, ne pourront être formées de deux ou plusieurs parties soudées ou rivées ensemble.

Les pièces qui doivent d'après les plans être

Die zur Verbindung der einzelnen Brückentheile erforderlichen Schrauben sind mit Sicherungen gegen das Lockerwerden der Muttern zu versehen.

§ 6. — Bearbeitung der aus Gusseisen und der aus Stahl hergestellten Bestandtheile.

Alle aus Gusseisen oder aus Flussstahl hergestellten Bestandtheile sind rein auszuarbeiten.

Besondere Sorgfalt ist auf die Ausführung der Auflager-Vorrichtungen zu verwenden. Bei den Lagern müssen alle Berührungsflächen von Eisen auf Eisen genau gehobelt, gefraist oder abgedreht werden und ist bei Stelzen- oder Rollenlagern genau zu beachten, dass die Stelzen und Rollen untereinander gleich hoch sind.

§ 7. — Bearbeitung und Zurichtung der Walzeisensorten.

Alle Walzeisensorten sind vor ihrer Verwendung in kaltem Zustande gerade zu richten, zu spannen und von dem allfällig anhaftenden Walzsinter zu befreien.

Schnittflächen der Walzsorten sind auf 2 *mm* durch Hobeln, Fraisen, Schleifen oder mittels Handmeissel und Feile rein nachzuarbeiten. Die Anwendung des Schrottmeissels ist ausgeschlossen.

Die Kanten sämmtlicher Walzstücke müssen vollständig gerade, rechtwinkelig und rein sein.

Sämmtliche Constructionstheile müssen plangemäss dimensionirt sein und darf hiebei in der Dicke eine Abweichung nach abwärts von höchstens 2 %, nach aufwärts von höchstens 3 % stattfinden.

Brückentheile, welche nach den Plänen aus nur einem Stücke bestehen sollen, dürfen weder durch Zusammenschweissen, noch durch Zusammennieten mehrerer Stücke gebildet werden.

Eine planmässig vorzunehmende Biegung

pliées, ne peuvent en règle générale être pliées qu'à la température rouge cerise, et sans être surchauffées.

§ 8. — Des trous de rivet.

Les prescriptions suivantes sont à observer en ce qui concerne les trous de rivet :

Tous les trous de rivets doivent être forés.

Pour les assemblages des pièces du treillis avec les bandes, les trous qui se correspondent dans les pièces à assembler seront forés en une fois au travers de ces pièces, de façon à pouvoir se dispenser de percer préalablement les trous dans une pièce de la construction à titre de modèle.

Les bavures aux trous de rivets, dues au forage, seront enlevées, et les pièces seront bien nettoyées et complètement débarrassées des lubrifiants employés.

En assemblant les pièces à réunir, on veillera que les trous qui doivent se correspondre soient bien en regard l'un de l'autre, et l'on n'admettra au maximum, pour leurs déplacements, qu'une tolérance de 5 p. c du diamètre, et encore faudra-t-il raccorder les trous en les alésant au moyen de l'alésoir. Les rivets à mettre en œuvre dans des trous qui, par suite d'un alésage pareil, ont été agrandis de 5 p. c. au plus, auront un diamètre plus fort en rapport avec les trous. Il ne peut être admis, sous aucun prétexte, de chercher à obtenir le raccordement des trous en chassant au travers des broches en acier.

La distribution des trous de rivets dans les diverses parties doit être rigoureusement conforme aux indications des plans d'exécution. Les écarts dans les écartements d'axe en axe des trous peuvent au maximum être de 1 *mm*.

Il va de soi que tous les trous qui doivent recevoir des rivets de même grosseur, doivent aussi avoir le même diamètre, et celui-ci sera d'environ 0.5 *mm* plus grand que celui des rivets.

einzelner Constructionstheile darf in der Regel nur im rothglühenden Zustande (ohne Ueberhitzung) vorgenommen werden.

§ 8. — Herstellung der Nietlöcher.

Bei der Herstellung der Nietlöcher ist Folgendes zu beachten :

Sämmtliche Nietlöcher sind zu bohren.

Für die Anschlüsse der Fachwerksglieder an die Gurtungen sind die einzelnen Nietlöcher durch alle zu verbindenden Theile auf einmal zu bohren, wobei es keinem Anstande unterliegt, einen Constructionstheil schon früher als Schablone vorzubohren.

Der beim Bohren entstehende Grat an den Nietlöchern ist zu beseitigen und es sind die Stücke von den gebrauchten Schmiermitteln gut zu reinigen.

Beim Zusammensetzen der einzelnen Constructionstheile müssen die zusammengehörigen Nietlöcher gut aufeinander passen und sind Verschiebungen bis höchstens 5 % des Lochdurchmessers gestattet; dieselben müssen jedoch durch Ausreiben mit der Reibahle ausgeglichen werden. In derartig ausgeriebene, also um höchstens 5 % vergrösserte Nietlöcher, sind entsprechend stärkere Nieten einzuziehen. Ein Ausgleichen der Nietlöcher mittels Durchtreibens von Stahldornen ist unter keinen Umständen gestattet.

Die Austheilung der Nietlöcher muss bei allen Theilen stets genau nach den Ausführungsplänen erfolgen. Die Abweichung von den planmässigen Abständen einzelner Nietlöcher darf höchstens 1 *mm* betragen.

Löcher für ein und dieselbe Nietstärke müssen selbstverständlich den gleichen Durchmesser erhalten, der um ungefähr 0.5 *mm* grösser ist, als der Nietdurchmesser.

Les bords des trous de rivets doivent, du côté sur lequel viennent s'appuyer les têtes, être chanfreinés coniquement sur une épaisseur de 1 *mm*, de façon à éviter, pour les rivets, tout contact à vive arête.

Le perçage ou poinçonnage des pièces laminées en fer étant encore toléré jusqu'au 1er janvier 1894, ensuite de l'instruction du 29 janvier 1892 du ministère I. et R. du commerce (R.-G.-B., XI, n° 28), les dispositions transitoires suivantes seront en vigueur jusqu'à cette date :

Les trous de rivets des assemblages des pièces du treillis aux bandes, des assemblages des longrines aux entretoises et des assemblages de ces dernières aux maîtresses poutres, devront être forés, et il en sera de même des trous de tous les couvre-joints; les trous des premiers assemblages cités ci-dessus devront être forés en une fois, au travers de toutes les pièces à assembler.

On devra de même forer les trous de rivets de toutes les pièces laminées dont l'épaisseur sera égale ou supérieure à 15 *mm*. Les autres trous de rivets pourront être percés; on devra cependant, dans l'emploi de ces procédés, prendre soin que la partie percée ne souffre d'aucune façon, et que tous les trous soient droits et exacts.

Les pièces en fer laminé dans lesquelles des trous de rivets doivent être percés auront une température d'au moins 10° centigrades.

Les bavures dues au perçage doivent être enlevées de manière que les pièces qui sont à assembler puissent s'appliquer exactement l'une sur l'autre.

Tous les trous de rivets obtenus par le perçage doivent avoir un diamètre moindre que 3 *mm* et être, en uite, élargis à leur dimension définitive par alésage ou par forage. Les bavures aux trous de rivets produites pendant cette opération, doivent être enlevées et, à cet effet, on démontera les pièces de la construction qui auraient éventuellement été appliquées l'une sur l'autre.

Der Rand der Nietlöcher ist an jener Fläche, wohin ein Nietkopf zu stehen kommt, 1 *mm* tief conisch abzufassen, um hiedurch alle scharfen Ansätze bei den Nieten zu vermeiden.

Es wird im Sinne der Verordnung des k. k. Handelsministeriums vom 29. Jänner 1892, R.-G.-Bl. XI, Nr 28 noch bis 1. Jänner 1894 auch das Lochen (Stanzen) der Walzeisensorten zugelassen und gelten bis dahin folgende Uebergangsbestimmungen :

Die Nietlöcher für die *Anschlüsse* der Fachwerksglieder an die Gurtungen, für die Anschlüsse der Schwellenträger an die Querträger und der letzteren an die Hauptträger, sowie für alle Stossdeckungen sind zu bohren, und zwar für die erstgenannten auf einmal durch alle zu verbindenden Theile.

Desgleichen sind die Nietlöcher bei allen Walzsorten, deren Stärke 15 *mm* und mehr beträgt, zu bohren. Die übrigen Nietlöcher können durch Lochen (Stanzen) hergestellt werden; dabei sind jedoch die zugehörigen Werkzeuge in der Art zu handhaben, dass der zu lochende Theil in keiner Weise Schaden leiden kann und die Löcher regelrecht und genau werden.

Die zu lochenden Walzeisensorten müssen eine Temperatur von mindestens 10° C. über 0 haben.

Der beim Lochen entstehende Grat ist so zu beseitigen, dass die zusammengehörigen Stücke genau aneinandergepasst werden können.

Alle gestanzten Nietlöcher sind mit einem um mindestens 3 *mm* kleineren Durchmesser herzustellen und durch nachheriges centrisches Ausreiben oder Nachbohren auf den definitiven Durchmesser zu vergrössern. Der hiebei entstehende Grat an den Nietlöchern ist zu beseitigen; zu diesem Zwecke sind die eventuell aufeinander gespannten Constructionstheile auseinander zu nehmen.

§ 9. — Rivetage.

Dans l'assemblage et le montage des éléments des ponts, on aura recours, autant que possible, au rivetage mécanique. Dans le rivetage à la main au moyen de la bouterolle, l'emploi d'un levier pour maintenir le rivet doit être interdit. On aura plutôt recours, pour maintenir la première tête, à un tas à vis solide, serré à vis contre elle, ou à un lourd tas à levier. Les marteaux à rabattre, employés pour faire la fausse tête, pèseront au moins 2 *kg*, et ceux pour achever la rivure, au moins 4 *kg*. La tête ne peut présenter aucune fissure à ses bords, lesquels doivent être soigneusement débarrassés de la matière en excès qui aurait débordé pendant le refoulement; elle doit être bien d'aplomb sur le corps du rivet et bien formée, et celui-ci doit être assez long pour qu'en rabattant son extrémité saillante, on puisse donner à cette tête bien complètement la forme qu'elle doit avoir.

On fera, en outre, bien attention d'éviter de donner de faux coups ou d'employer une bouterolle tranchante, et cela pour ne pas avarier les pièces à assembler.

Le rivet doit être chauffé au rouge cerise et débarrassé des battitures qu'il aurait conservées avant d'être inséré dans les trous superposés convenablement nettoyés au préalable, et il doit les remplir complètement. Il faut éviter soigneusement de surchauffer le rivet.

La rivure terminée, on essayera si les rivets tiennent ferme et ne jouent pas Tous les rivets qui ne serrent pas bien ou qui ne répondent pas aux conditions précédentes, doivent être enlevés en coupant une des têtes au moyen de la tranche à froid, et remplacés par d'autres satisfaisant aux conditions. Il doit être interdit de frapper sur la tête du rivet pour le raffermir et, en aucun cas, on ne peut autoriser de le refouler à froid.

Les forges portatives, employées pour

§ 9. — Nietung.

Bei der Anarbeitung und Montirung von Brückentheilen ist soviel als thunlich die maschinelle Vernietung in Anwendung zu bringen. Bei Handnietung mit Hilfe des Schelleisens ist die Anwendung eines Hebels als Gegengewicht nicht gestattet; der Gegenhalt ist vielmehr durch eine feste Unterlage, die durch eine Schraube an den Setzkopf der Niete angepresst wird, oder aber durch eine schwere Vorhaltstange zu bewerkstelligen. Die Handhämmer zur Kopfbildung müssen mindestens 2 *kg*, die Vollendehämmer mindestens 4 *kg* wiegen. Die fertigen Nietköpfe dürfen an den Rändern, welche von überschüssigem, bei der Bildung der Schliessköpfe sich ergebendem Materiale sorgfältig zu reinigen sind, keine Risse zeigen und müssen genau auf der Mitte der Schäfte sitzen und gut und voll ausgeschlagen sein, daher müssen die Schäfte die zur Bildung des Schliesskopfes nöthige Länge reichlich besitzen.

Beim Schlagen ist noch besonders darauf zu achten, dass die zu verbindenden Constructionstheile kleine Verletzung, entweder durch Fehlschläge des Hammers oder durch scharfe Schelleisen beim Bilden der Nietköpfe erleiden.

Die Nieten sind im hellrothglühenden Zustande nach Entfernung des etwa anhaftenden Glühspanes in die gehörig gereinigten Nietlöcher einzutreiben und müssen dieselben vollkommen ausfüllen. Ein Ueberhitzen der Nieten ist sorgfältig zu vermeiden.

Nach der Vernietung ist zu prüfen, ob die Nieten vollkommen fest sitzen und nicht prellen. Alle nicht festsitzenden oder den obgenannten Bedingungen nicht entsprechenden Nieten sind mittels Auskreuzens eines Nietkopfes zu beseitigen und durch vorschriftsmässige zu ersetzen. Ein Verstemmen der Nieten ist nicht gestattet und ist in keinem Falle ein Nachtreiben in kaltem Zustande zulässig.

Die zum Glühen der Nieten verwendeten

chauffer les rivets, doivent se trouver aussi près que possible des pièces à river, afin d'éviter que les rivets ne se refroidissent si on devait les transporter ou les jeter à une trop grande distance.

Les pièces à assembler doivent, préalablement à l'introduction des rivets, être amenées dans la position voulue au moyen de boulons de montage et de broches, et être provisoirement maintenues à leur écartement au moyen de boulons, lesquels seront enlevés au fur et à mesure que les rivets sont mis en place. Le nombre des boulons sera au moins égal au quart de celui des trous de rivet.

Toutes les surfaces de contact des pièces à assembler par rivure doivent, avant leur assemblage provisoire au moyen de boulons, être nettoyées de toute crasse ou rouille et recevoir une couche d'oxyde de plomb.

§ 10. — Montage dans les usines.

Tous les éléments du pont devront être exactement ajustés à l'usine, et on y procédera, pour les poutres ou pour le tablier, à un assemblage provisoire complet conformément aux plans. Le contact des pièces dans ce montage provisoire ne pourra être obtenu qu'en recourant à des broches en fer tendre. La date du commencement du montage du pont sera notifiée en temps opportun par l'usine à l'auteur de la commande.

Les longerons principaux des ponts ayant 15 *m* de portée et plus doivent, lors de leur assemblage, être montés avec la flèche prescrite. Les parties qui peuvent être transportées ensemble d'une pièce seront immédiatement achevées et assemblées définitivement.

Tous ces travaux doivent être exécutés sur des supports solides et fermes. On veillera avec soin que les joints, aux endroits d'assemblage des diverses parties du pont, soient complètement serrés, afin qu'il ne puisse se produire des poches à eau; en particulier,

tragbaren Oefen müssen stets zunächst des Arbeitsortes aufgestellt sein, um das Abkühlen der Nieten durch Tragen oder Werfen auf grössere Entfernungen zu verhindern.

Die miteinander zu verbindenden Theile müssen vor ihrer Zusammennietung mit Heftschrauben und Dornen in ihre richtige Lage gebracht und in den richtigen Entfernungen vorläufig verschraubt werden, und es sind die Schrauben erst nach Massgabe der fortschreitenden Nietung zu entfernen. Die Anzahl der Schrauben muss mindestens ein Viertel der Zahl der Nietlöcher betragen.

Die sämmtlichen Berührungsflächen der aneinander zu nietenden Bestandtheile müssen noch vor ihrer vorläufigen Verschraubung von Schumtz und Rost gereinigt und mit Blei-Mennige angestrichen werden.

§ 10. — Zusammenstellung in der Werkstätte.

Alle Brückenbestandtheile müssen im Werke genau zusammengepasst und einer vorläufigen plangemässen Verbindung, welche sich auf den ganzen Träger oder den ganzen Grundriss der Brücke zu erstrecken hat, unterzogen werden. Hiebei dürfen jedoch zum Zusammenziehen der einzelnen Theile nur Dorne von weichem Eisen verwendet werden. Der Beginn der Zusammenstellung der Brükken muss dem Besteller rechtzeitig bekannt gegeben werden.

Bei der Anarbeitung sind die Hauptträger der Brücken von 15 *m* Stützweite an mit der von Fall zu Fall vorzuschreibenden Sprengung anzulegen. Jene Theile, welche die Verführung als Ganzes gestatten, sind sodann fertig zu machen und bleibend untereinander zu verbinden.

Alle diese Arbeiten müssen auf festen, nicht weichenden Unterlagen vorgenommen werden.

Es ist stets darauf zu achten, dass die Fugen an den Verbindungsstellen der einzelnen Brükkentheile vollkommen dicht schliessen, und

lorsqu'on aura à assembler une poutre de forme T sans plat supérieur ou inférieur, on veillera à ce que les branches horizontales des cornières formant la bande supérieure ne dépassent pas l'âme, mais on cherchera plutôt à faire dépasser quelque peu ces branches par l'âme, et on enlèvera ensuite soigneusement la saillie, sans toutefois employer à cet effet l'ébarboir.

Le pont ayant ainsi été complètement monté à l'usine, celle-ci expédiera au lieu de destination les différentes parties, après les avoir marquées d'un numéro d'ordre facile à reconnaître.

§ 11. — Montage du pont à pied d'œuvre.

On prendra les plus grandes précautions pour qu'il ne se produise aucune flexion ou aucune avarie aux pièces portantes non seulement, lors de leur chargement et déchargement mais aussi lors de leur montage; sinon ces pièces pourront être exclues de la construction, si le représentant de celui qui a commandé l'ouvrage l'exige.

Le fournisseur notifiera en temps utile à ce dernier la date à laquelle il compte commencer le montage du pont à son emplacement définitif.

L'assemblage des diverses pièces de la construction doit se faire avec la plus grande exactitude, et on veillera particulièrement à ce que la marche de cette opération se poursuive d'une façon régulière, afin d'éviter qu'il ne se produise dans les pièces de fausses tensions. Ici encore il ne sera fait usage que de broches en fer tendre.

Le rivetage se fera avec le même soin qu'à l'usine, de manière qu'il n'y ait, le pont achevé, aucun joint ouvert, aucune bosse ou aucun croc.

On veillera, en outre, à ce que toutes les pièces soient introduites dans le système avec

dass Wassersäcke unter allen Umständen vermieden werden; insbesondere dürfen bei Bildung von T-förmigen Trägern ohne Kopf- oder Fussbleche die wagerechten Winkelschenkel in den Obergurten niemals über den Rand der Stehbleche zu stehen kommen, sondern es ist stets anzustreben, die Stehbleche um ein Geringes über der Oberfläche der Winkelschenkel hervorragen zu lassen und den so entstandenen Grat, unter Ausschluss des Schrottmeissels, sorgfältig abzunehmen.

Nach durchgeführter Verbindung sind die einzelnen Bestandtheile oder Brücken nach ihrem Bestimmungsorte, unter Angabe der Profil-Nummer u. s. w. genau und verlässlich zu bezeichnen.

§ 11 — Aufstellung am Bauplatze.

Beim Auf- und Abladen, sowie beim Aufstellen der Tragwerke muss sorgfältig darauf geachtet werden, dass keine Verbiegungen oder Verletzungen ihrer Theile vorkommen, indem andernfalles solche Theile nach dem Ermessen der Organe des Bestellers von der Verwendung ausgeschlossen werden können.

Der Beginn der Aufstellung der Eisenconstructionen am Bauplatze ist vom Lieferanten rechtzeitig dem Besteller bekanntzugeben.

Das Zusammensetzen der Constructionstheile der Brücken muss mit der grössten Genauigkeit erfolgen und es muss insbesondere darauf geachtet werden, dass stets ein richtiger Vorgang bei der Zusammensetzung der einzelnen Theile beobachtet wird, um falsche Spannungen in den Constructionsgliedern zu vermeiden. Auch hiebei dürfen nur Dorne von weichem Eisen verwendet werden.

Die Nietung hat mit derselben Sorgfalt wie im Werke zu geschehen und dürfen keine offenen Fugen, Buckel oder Ausbiegungen in der fertiggestellten Brücke vorkommen.

Es ist ferner besondere Sorgfalt darauf zu verwenden, dass alle Theile, mit einer ent-

une tension initiale convenable, ce qui veut dire que, sur l'échafaudage de montage, les poutres seront montées avec leur flèche prescrite, comme cela avait été fait a l'usine, afin de pouvoir achever définitivement l'assemblage des pièces étendues et des montants comprimés seulement lorsque les maîtresses poutres ne reposent plus sur l'échafaudage provisoire, mais sur leurs appuis définitifs.

Les trous de boulons des traverses ne doivent être percés que lors de la pose de la superstructure, et ils seront obtenus par forage ou par enlèvement de rivets de la poutre entièrement rivée.

Les plaques d'appui, pour les ponts ayant jusque 25 *m* de portée, reposeront sur un lit de mortier de ciment d'une épaisseur suffisante; pour les ponts d'une portée supérieure, et pour tous ceux qui, aussitôt après leur pose, doivent être parcourus par des locomotives, on interposera, entre la maçonnerie et les plaques d'appui, une feuille de plomb d'au moins 1 *cm* d'épaisseur.

On veillera avec le plus grand soin à la manière dont le pont lui-même repose sur ses appuis, et on prendra particulièrement attention qu'il repose uniformément et sur une longueur suffisante.

Les rouleaux et les sabots d'appui doivent être exactement normaux à la surface des parois qui portent et être mis dans la position qui correspond à la température au moment de l'achèvement de la pose du pont.

§ 12. — Peinturage.

Les ponts et leurs garde-corps reçoivent, ainsi que tous les boulons de traverses et ceux de fixation, un peinturage à l'huile.

Chaque peinturage comprend trois couches, et chacune de celles-ci ne peut être appliquée que lorsque la précédente est complètement sèche.

sprechenden Anfangspannung, in das System eingefügt werden, das heisst, dass am Montirungsgerüste der Träger genau mit der Sprengung aufgebaut wird, wie diess in der Werkstätte der Fall war, daher auch die Zugbänder in den Kreuzungsstellen mit den Druckstreben oder untereinander erst dann endgiltig verbunden werden dürfen, wenn die Brückenträger nicht mehr auf den provisorischen Unterlagen, sondern auf den definitiven Auflagern ruhen.

Die Löcher für die Schwellenschrauben sind erst beim Oberbaulegen herzustellen, und zwar durch Bohren oder durch Herausnehmen von Nieten aus den vollständig vernieteten Trägern.

Die Auflagerung der Unterlagsplatten erfolgt bei den Brücken mit bis einschliesslich 25 *m* Stützweite durch die Einbringung eines Cementmörtelbettes von hinreichender Dicke als Unterlage, hingegen bei den grösseren Brücken und bei allen jenen, welche sofort nach der Lagerung mit Locomotiven befahren werden, durch eine, zwischen dem Mauerwerk und den Auflagerplatten einzulegende ungefähr 1 *cm* starke Bleiunterlage.

Die Auflagerung der Brücken selbst hat mit aller Sorgfalt zu geschehen, und ist insbesondere darauf zu achten, dass der auflagernde Brückentheil stets glatt und gleichmässig auf der Lagerplatte ruht.

Die Rollen oder die Stelzen der Lager sind stets genau senkrecht zur Ebene der Tragwände und in jene Stellung zu bringen, welche der jeweiligen Temperatur bei der endgiltigen Lagerung der Brücke entspricht.

§ 12. — Anstrich.

Die Brücken und Geländer, nebst allen Schwellen- und Befestigungsschrauben, erhalten einen Anstrich mit Oelfarbe.

Jeder Oelanstrich muss dreimal aufgetragen werden; hiebei darf der folgende Auftrag nicht vorgenommen werden, ehe der vorher gegangene nicht vollständig getrocknet ist.

Lorsque ce travail de peinturage se fait en plein air, on attendra pour y procéder une période de température sèche et chaude.

Les surfaces à peindre doivent, avant de recevoir la couleur, être soigneusement nettoyées au moyen de gratte-brosses, et débarrassées de rouille, d'inégalités, d'aspérités ou de taches et être bien séchées.

Les surfaces qui ne sont plus accessibles après le montage complet du pont doivent recevoir avant leur assemblage une bonne couche de fond au minium de plomb.

La couche de fond de toutes les surfaces visibles s'applique après le montage du pont et est également au minium de plomb.

La couche de fond doit être appliquée au moyen d'une brosse dure, de façon que la couleur pénètre dans toutes les inégalités, rainures ou entailles.

Après le montage complet du pont, cette couche de fond doit être soigneusement repassée avant qu'on puisse procéder au peinturage ultérieur.

Lorsque la couche de fond est sèche, on procède au masticage. On emploie à cet effet un mastic préparé au moyen de minium et d'huile de lin.

Pour la deuxième et troisième couche, on emploiera une couleur plus épaisse. L'application de la troisième couche sera précédée d'une retouche soigneuse de tous les points défectueux de la deuxième couche. La troisième couche doit, pour pouvoir se distinguer de la seconde, être plus foncée en couleur.

Si trois couches ne suffisent pas pour protéger complètement les parties à peindre, le fournisseur peut être tenu à l'application d'une quatrième couche, et cela sans aucune indemnité supplémentaire.

Les endroits de la partie métallique où les traverses en bois viennent se poser doivent, avant la pose de celles-ci, être recouverts de trois couches.

Zu Anstreicherarbeiten unter freiem Himmel muss anhaltend trockene, warme Witterung abgewartet werden.

Die anzustreichenden Flächen müssen, ehe mit dem Auftragen der Farbe begonnen wird, sorgfältig abgescheuert, mittels Drahtbürsten von Rost, allen Unebenheiten, Rauheiten und Unreinlichkeiten befreit und gut abgetrocknet werden.

Jene Flächen, welchen nach erfolgter Zusammenstellung und Aufstellung nicht mehr beizukommen ist, sind vor der Verbindung mit einem einmaligen dauerhaften Grundanstrich (Farbe aus Blei-Mennige) zu versehen.

Der Grundanstrich aller sichtbaren Flächen erfolgt nach der Zusammensetzung im Werke ebenfalls mit Farbe aus Blei-Mennige.

Der Grundanstrich muss mit einem steifen Pinsel so aufgetragen werden, dass die Farbe in alle Unebenheiten, Fugen und Ritzen eindringt.

Der Grundanstrich ist nach vollendeter Aufstellung der Brücke vor Aufbringung der weiteren Anstriche sorgfältig nachzubessern.

Wenn der Grundanstrich getrocknet ist, wird die Verkittung vorgenommen.

Zur Verkittung wird ein aus Mennige und Leinöl bereiteter Kitt verwendet.

Zum zweiten und dritten Anstriche wird dickere Farbe verwendet. Dem dritten Anstriche hat eine sorgfältige Ausbesserung aller etwa schadhaften oder schwachen Stellen des zweiten Anstriches vorherzugehen. Um vom zweiten Anstriche unterschieden werden zu können, muss der dritte Anstrich in der Farbe dunkler gehalten werden.

Wird mit dem dritten Anstrich keine vollständige Deckung des anzustreichenden Gegenstandes erzielt, so kann der Lieferant, ohne hiefür Entschädigung beanspruchen zu können, zu einem vierten verhalten werden.

Jene Stellen der Eisenconstruction, auf welche die hölzernen Querschwellen zu liegen kommen, sind noch vor dem Aufbringen der letzteren mit dem dritten Anstriche zu versehen.

§ 13. — Épreuves des ponts.

Les ponts terminés doivent être soumis aux épreuves prescrites dans l'ordonnance du Ministre I. R. du commerce du 15 septembre 1887. La flèche permanente ne pourra dépasser le cinquième de la flèche élastique. Les changements de forme constatés pendant les épreuves ne peuvent être imputés à des défauts de la matière ou à des vices de construction.

§ 14. — Garantie pour la bonne qualité des matériaux et la bonne exécution de l'ouvrage.

La période de garantie pendant laquelle le fournisseur répond de la bonté de la construction et du peinturage est d'une année.

Le commencement de cette année de garantie est fixé dans le contrat.

§ 13. — Erprobung der Brücken.

Die fertigen Brücken werden im Sinne der Bestimmungen der Verordnung des k. k. Handelsministeriums vom 15. September 1887 erprobt. Die bleibende Einsenkung darf ein Fünftel der elastischen Einsenkung nicht übersteigen. Die bei der Probe beobachteten Formänderungen dürfen nicht auf Material- oder Arbeitsmängel zurückzuführen sein.

§ 14. — Haftung für die Güte des Materiales und der Arbeit.

Der Lieferant haftet für die Güte der hergestellten Brücke und des Anstriches während der Dauer eines Jahres.

Der Beginn der Haftzeit wird im Vertrage bestimmt.

DISCUSSION EN SECTION

Séance du 4 juillet 1895 (matin).

PRÉSIDENCE DE MR. JEITTELES

Mr. von Leber, *rapporteur.* — Messieurs, je déclare tout d'abord qu'il n'est pas entré dans mes vues de demander au Congrès de fixer des règles quelconques au sujet de cette importante question. Mes visées sont beaucoup plus modestes.

J'ai voulu simplement constater des résultats en les groupant de manière à mieux les apprécier.

J'ai d'abord envisagé les systèmes de machines et de ponts usités dans les différents pays; j'ai rassemblé, à cet égard, beaucoup de données. Les prescriptions de surcharge, actuellement en usage dans quelques pays, sur la base de machines-types déterminées, donnent des résultats très irréguliers, suivant la portée des ouvrages.

Le tableau graphique I, inséré dans mon rapport, page 94, indique les courbes produites par les machines sur les ponts d'une portée de 2 à 10 mètres.

Mon intention, en dessinant ces planches, a été précisément de vous montrer que lorsqu'on prescrit un système de machines-types, on obtient des résultats très différents, suivant la portée des ponts. En effet, si l'on considère des petites portées, on constate que vers 3 mètres de portée environ, il y a une irrégularité très grande pour la plupart des machines-types, irrégularité que l'on élimine dans le cas des prescriptions par surcharges uniformes en remplaçant ou plutôt couvrant toutes ces irrégularités par un faisceau de lignes droites.

Avant d'aller plus loin, je me permettrai de vous donner quelques mots d'explication au sujet de ce faisceau.

Le plus souvent, lorsqu'on parle de surcharge de ponts, on considère les charges maximums d'essieu; on attache à cet élément une importance qu'il n'a pas en réalité. Les surcharges d'essieu n'ont d'influence que sur les ponts de faible portée, 5 mètres au maximum. Occupons-nous d'abord de ces faibles portées pour lesquelles on ne se préoccupe que des charges d'essieu. Celles-ci varient actuellement de 12 à

20 tonnes; elles atteignent même 22 tonnes en Amérique, dans un cas particulier, si l'on s'en rapporte à la déclaration de l'honorable Mr. Toucey. Je vous avoue que je considérerais les charges de 20 tonnes comme étant les plus fortes que l'on puisse admettre.

D'après mes recherches, les essieux d'une machine pour train express, machine qui a une forte chaudière, de grands cylindres et de grandes roues, se trouveront distants l'un de l'autre d'au moins 2 mètres.

Lorsque la charge sera moindre, la distance sera moindre également. Il existe donc forcément une certaine relation entre la distance des essieux et les charges maximums qu'on peut leur attribuer.

Cette relation, la voici à très peu près :

(19)	Charges d'essieu. . .	12 t.	13 t.	14 t.	15 t.	16 t.	17 t.	18 t.	19 t.	20 t.
	Écartement minimum .	1m00	1m10	1m20	1m30	1m40	1m55	1m70	1m85	2m00

Il est donc compréhensible que certaines machines, dont les charges par essieu sont fortes mais dont les essieux sont très espacés, soient moins défavorables pour une catégorie d'ouvrages que des machines dont les charges par essieu sont moins fortes, mais dont les essieux sont plus rapprochés.

L'échelle que j'ai établie a pour résultat de simplifier considérablement la question des surcharges sur les petits ponts.

En effet, supposons que pour une portée donnée, on fasse successivement passer tous les systèmes d'essieu, à partir de 12 tonnes jusqu'à 20 tonnes, avec les écartements proportionnés aux charges sur le pont.

Vous ne pourrez alors surcharger ce pont plus que ne l'indique le tableau inséré à la page 39 de mon rapport, quels que soient les véhicules que vous considériez.

J'ai pris pour chaque portée et pour chaque charge d'essieu maximum admise, les plus grandes valeurs fournies par tous les essais.

Les chiffres pour les portées de 1 à 5 mètres inscrits dans mon tableau ont été arrondis par tonnes et demi-tonnes; ils conviendront toujours.

Envisageons maintenant les portées plus grandes.

Pour ces portées, il faut nécessairement examiner ce que donnent les trains de grande vitesse et ce que donnent les trains de marchandises, comme représentant les deux extrêmes du trafic.

Sur le continent, on se sert pour le calcul des ponts d'une machine à quatre essieux couplés, mais dont les charges d'essieu ne sont pas très grandes; généralement, ces charges ne dépassent guère 14 tonnes. Par contre, les charges d'essieu des machines pour trains express sont plus fortes; en Allemagne et en Autriche, elles ne dépassent pas 15 tonnes; en France, elles atteignent 17 tonnes, et en Angleterre, elles dépassent 18 tonnes.

J'ai prévu deux groupes de lignes ferrées et deux systèmes de prescriptions de surcharges; l'un couvre à peu près tout ce qui existe en Europe et l'autre ce qui existe en Amérique, en laissant même une certaine marge inévitable pour l'avenir.

Dans l'un et l'autre de ces systèmes, j'ai fait entrer les éléments représentant les deux extrêmes du trafic, le train de voyageurs le plus rapide et le train de marchandises le plus lourd. Tandis que le train express a les plus grandes charges d'essieu, la plus lourde locomotive, le plus lourd tender, le train de marchandises a les plus lourds wagons.

J'ai acquis cette conviction que les deux groupes de surcharges que je viens d'indiquer sont de nature à donner toute sécurité quant à la solidité des ponts et, qu'en outre, ces surcharges ne sont pas exagérées, puisque l'on va parfois plus loin.

Le vote que je vous demande d'émettre n'aura d'autre portée que d'enregistrer les constatations faites par le rapporteur.

Je viens de vous dire que ces surcharges ne sont pas exagérées et qu'elles n'atteignent pas celles prescrites dans certains pays, notamment en Amérique.

Voici, en effet, ce qui résulte de « Spécifications » qui m'ont été communiquées par des ingénieurs américains : Théodore Cooper, 1890; G. Bouscaren, 1890; J.-A.-L. Waddel, 1893.

On y distingue, en général, un certain nombre (3 à 7) de classes de lignes ferrées, pour lesquelles les trains-types ne diffèrent que par les charges d'essieu. Nous pouvons citer par comparaison :

Portées	5 m.	10 m.	15 m.	20 m.	
Trains extra-lourds . . .	12t5	9t5	8t5	8t0	Proposé dans mon rapport.
Trains-types américains. .	13t8	11t3	9t9	9t0	Proposé par Waddel.

Je constate, à ce propos, que le type de machine prévu en Amérique pour calculer ces surcharges me paraît difficile à réaliser; car on y admet quatre charges de 20 tonnes et des essieux distants de 1m50 seulement. En réalité, messieurs, ce qu'il faut trouver, c'est un système de surcharges couvrant le mieux possible les effets des trains qui circulent en fait sur l'ensemble des lignes ferrées et non pas les effets de machines idéales qui n'existeront peut-être jamais et que chaque ingénieur peut imaginer aussi lourdes qu'il le désire, suivant l'excès de sécurité qu'il entend obtenir.

Permettez-moi, messieurs, de vous dire quelques mots des échelles de surcharges que je propose sur la base du matériel roulant actuel. (*L'orateur donne des indications au tableau sur les graphiques contenus dans son rapport.*)

Il est absolument nécessaire, comme je viens de vous le prouver, de prendre deux surcharges : l'une pour calculer le moment de flexion, l'autre pour calculer les efforts tranchants.

Pour le cas où tous mes collègues, qui me font l'honneur de m'écouter, ne seraient pas au courant de cette question, je me permettrai d'entrer dans quelques détails.

Il y a une dizaine d'années, on calculait encore les bandes et treillis des ponts au moyen d'une seule échelle de surcharges. Puis on a pris deux échelles, l'une pour le moment de flexion maximum, au milieu du pont, l'autre pour les efforts tranchants près des culées. Les résultats ainsi obtenus n'étaient pas très exacts.

En effet, si je prends une charge équivalente pour les moments vers le milieu du

pont, il se produit une différence vers les sections latérales; d'autre part, si je considère une charge équivalente pour les efforts tranchants près des appuis du pont, elle conviendra mal pour le milieu du pont, où l'erreur peut aller de 20 jusqu'à 50 p. c. Nous sommes parvenus, toutefois, à remédier à ces inconvénients très sérieux sans faire usage de plus de deux échelles de surcharges convenant, l'une pour les moments de flexion, l'autre pour les efforts tranchants dans toutes les sections de pont.

Pour les moments, l'erreur ne concerne que des portées comprises entre 10 et 30 mètres; pour les efforts tranchants, l'erreur est éliminée absolument suivant le nouveau principe des longueurs surchargées servant d'entrée.

Je suppose qu'on veuille calculer les croisillons d'un pont de 40 mètres : vers le milieu de la portée, pour obtenir le plus grand effort tranchant, c'est 20 mètres — la moitié du pont — qu'il faudra surcharger. S'il s'agissait d'un pont de 20 mètres de portée et des croisillons avoisinant une culée, ce serait encore 20 mètres (la portée entière) qu'il faut surcharger. Hé bien, dans les deux cas, la même surcharge par mètre remplace exactement le train. En un mot, la surcharge dépend non de la portée, mais de la longueur surchargée; c'est ce qu'on appelle le principe des longueurs surchargées, principe qui est mathématiquement exact.

Les échelles que j'ai établies, et qui s'inspirent de ce principe, sont applicables à tous les ponts, aussi bien aux ponts en arc qu'aux ponts avec poutres continues.

Des vérifications très intéressantes fondées sur le principe des longueurs surchargées ont été faites en Autriche sur un pont en arc de 70 mètres d'ouverture. Une fois le train engagé sur le pont, on a considéré chaque bande, chaque croisillon séparément dans leur position la plus désavantageuse par rapport au train. On a pu ainsi calculer exactement les sections et faire les comparaisons dont je vous parle.

Inutile de vous dire qu'un travail de ce genre est fort compliqué. Nous nous y sommes livrés uniquement pour obtenir des résultats exacts et chercher ensuite à arriver à ces mêmes résultats par un moyen plus simple.

J'ai acquis la conviction que ce moyen consiste à employer les échelles de surcharges uniformément réparties sur la longueur du pont.

Je ne songe pas, comme je l'ai dit en commençant, à vous demander de recommander universellement les règles que j'ai indiquées dans mon rapport.

Je me borne à exprimer l'avis qu'il serait nécessaire que chaque pays, chaque compagnie, prescrivît des recherches analogues à celles que j'ai faites, et que dans chaque pays, dans chaque compagnie, on se livrât à des calculs, en vue d'arriver à établir des échelles de surcharges uniformes équivalentes à l'ensemble des trains en circulation.

C'est une étude à faire une fois pour toutes.

Quand ces échelles de surcharges seront établies, on pourra les appliquer immédiatement à toutes les portées ou longueurs surchargées, sans procéder à une étude nouvelle. C'est dans ce sens et sur la base de toutes les données recueillies actuellement pour le Congrès, que je viens soumettre à votre approbation les deux tableaux de surcharges que voici. (*Applaudissements.*)

Tableau des surcharges uniformément réparties par mètre de voie équivalentes aux surcharges des trains-types.

PORTÉE OU LONGUEUR SURCHARGÉE.	TRAINS EXTRA-LOURDS.		TRAINS LOURDS.	
	a. Moments de flexion. — Charge par mètre de portée.	b. Efforts tranchants. — Charge par mètre de longueur surchargée	a. Moments de flexion. — Charge par mètre de portée.	b. Efforts tranchants. — Charge par mètre de longueur surchargée.
Mètres.	Tonnes.	Tonnes.	Tonnes.	Tonnes.
1.0	40	40	36	36
1.5	27	28	24	26
2.0	20	23	18	21.5
2.5	16	19.5	15	19
5	12.5	15	11.5	14
10	9.5	11	8.5	10
15	8.5	9 6	7.0	8.5
20	8.0	8.7	6.5	7.6
40	6.8	7.3	5.6	6.2
80	5.3	5.8	4.4	4.8
120	4.3	4.8	3.8	4.0
160	3.8	4.3	3.4	3.5

N. B. — Pour portées ou longueurs surchargées intermédiaires, on procédera par interpolation rectiligne.

Tableau des surcharges uniformément réparties par mètre de voie équivalentes aux surcharges des véhicules-types, suivant la charge d'essieu maximum admise.

Portée ou longueur surchargée	TRAINS.	14 tonnes.		15 tonnes.		16 tonnes.		17 tonnes.		18 tonnes.		19 tonnes.		20 tonnes.	
		a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
Mètres.															
1 0	Extra lourds ou lourds ou quelconques.	28	28	30	30	32	32	34	34	36	36	38	38	40	40
1 5		19	24	20	25	21	25	22.5	25	24	26	25.5	27	27	28
2.0		14	19 5	15	20	16	20.5	17	21	18	21.5	19	22	20	23
2.5		13.5	18	13.5	18	14	18.5	14.5	18.5	15	19	15.5	19.5	16	19.5
5.0	Extra-lourds.	...	...	...	...	12.5	15	12.5	15	12.5	15	12 5	15	12.5	15
	Lourds.	11.5	14	11.5	14	11.5	14	11.5	14	11.5	14	...	...	...	...

N. B. — Pour portées ou longueurs surchargées intermédiaires, on procédera par interpolation rectiligne en distinguant entre 2m5 et 5 mètres celui des deux groupes auquel on se rallie.

Mr. Moïse, Ouest français. — Je n'ai pas l'intention de critiquer le moins du monde le magnifique rapport de Mr. von Leber; je désire simplement vous faire part des réflexions qu'il m'a suggérées.

Mais, au préalable, je dois faire une petite rectification. Je lis, à la page 10 du rapport de Mr. von Leber, le passage que voici :

De 1874 à 1876, presque toutes les grandes Compagnies de chemins de fer européennes étaient plus ou moins arrivées à adopter des types à essieux couplés pour trains express, et il semblait qu'il devait en résulter un soulagement relatif quant à la charge maximum portée par un seul essieu, et, par suite aussi, quant aux effets d'un pareil essieu sur les constructions métalliques. L'expérience prouva le contraire, au moins en ce qui concerne le continent.

Il n'est pas inutile de rappeler à ce sujet que, dès 1856, la Compagnie de l'Ouest utilisait déjà des machines express à deux essieux couplés. Ces machines, au nombre de 12, rendaient de bons services.

J'aurais une observation préjudicielle à faire, en ce qui concerne la première partie du rapport, qui devait répondre au littéra *A* de la question : « Quelles sont les quantités de métal mises et à mettre en œuvre dans les ponts, en tenant compte des prescriptions en vigueur? »

Je ne sais si ce libellé devait déterminer le rapporteur à traiter avec autant de détails la question du mode de calcul des ponts métalliques et l'amener à arrêter des échelles pour ce calcul.

Je reconnais, toutefois, que Mr. von Leber, en terminant, se défend de vouloir imposer les échelles qu'il a établies.

Nous savons tous combien les calculs de ponts métalliques, lorsqu'on adopte un train-type, sont laborieux si l'on veut tenir compte du poids de chaque essieu. Il est beaucoup plus aisé de renoncer à répartir les poids tels qu'ils résultent des essieux du train-type et d'admettre des charges uniformément réparties. Je suis bien d'accord sur ce principe avec Mr. von Leber. Mais il y a plusieurs manières de l'appliquer pour ce qui concerne les moments fléchissants. Il est à remarquer, en effet, que les résultats diffèrent suivant le procédé que l'on emploie pour substituer aux charges isolées des charges uniformément réparties.

Lorsque l'on tient compte des différentes charges d'essieu, on obtient une courbe qui se rapproche de l'ellipse plutôt que de la parabole, de sorte que les charges uniformément réparties ne peuvent pas conduire à des moments fléchissants rigoureusement exacts dans tous les points de la poutre. Différents systèmes ont été essayés pour corriger l'erreur résultant du calcul d'après les charges uniformément réparties. On peut tracer une parabole donnant au milieu un moment maximum exact, mais alors les moments sont trop faibles entre le milieu et les points d'appui.

On peut tracer une parabole, enveloppant tous les moments produits aux différents points de la poutre par les charges isolées. Dans ce cas, le moment maximum devient trop élevé au milieu. On a proposé d'admettre cette parabole, mais de la couper par une ligne droite de manière à ramener le moment maximum à celui que donne le calcul par charges d'essieu.

On a préconisé aussi deux charges uniformément réparties, l'une régnant sur la longueur occupée par la machine, l'autre régnant sur la longueur occupée par les wagons.

A l'aide de ce dernier système, on obtient une échelle de charges se rapprochant davantage de la réalité qu'à l'aide du système de la charge unique.

Je ne préconise aucune de ces méthodes. J'ai simplement voulu les signaler parce qu'elles me conduisent à cette conclusion qu'on serait en droit de trouver un peu étroites les conclusions du rapport, lesquelles n'indiquent qu'un seul système, alors qu'il y en a trois entrés dans la pratique et qu'on peut en concevoir beaucoup d'autres.

La méthode de calcul que préconise Mr. von Leber ne paraît pas devoir être recommandée à l'exclusion des autres et j'estime que le Congrès restera dans la tradition s'il se borne à dire que, sans modifier les prescriptions actuelles fondées sur la considération des trains-types, on recommande d'adopter une méthode de calcul basée sur la considération de charges uniformes reposant *sur tout* ou *partie* de la longueur de la travée.

Mr. von Leber, *rapporteur*. — Je ne crois pas utile de discuter la question historique soulevée par Mr. Moïse, parce qu'en somme, elle est sans grande importance. Je me bornerai à dire que les renseignements que j'ai fournis à ce sujet ont été empruntés au traité de Jacqmin, dont on ne contestera certainement pas l'autorité.

La question du moment de flexion latérale est par contre très importante. Nous l'avons étudiée d'une façon approfondie en Autriche et nous y avons été engagés par ce fait qu'elle a été résolue d'une manière détaillée, en Russie, par l'ordonnance de 1884. Cette ordonnance tient compte des différentes méthodes dont Mr. Moïse vient de parler.

Elle fixe trois échelles de surcharges : l'une pour les moments de flexion sur le milieu de la travée; la deuxième pour l'effort tranchant près des appuis; la troisième commune pour les efforts de flexion près des appuis et pour les efforts tranchants vers le milieu de la travée. Pour les sections de pont intermédiaires, il faut faire les interpolations nécessaires.

Nous avons cherché à simplifier ce système.

Nous avons fait les calculs pour nos trains-types et pour un grand nombre de portées et voici le résultat curieux auquel nous sommes arrivés quant aux moments de flexion.

La différence qu'on obtient entre la surcharge maximum équivalente sur les sections latérales et celle équivalente vers le milieu du pont n'est, en général, nullement aussi importante que le suppose Mr. Moïse.

On constate qu'il n'y a de différence sérieuse que pour un nombre restreint de portées, commençant à 10 mètres et se terminant à 30 mètres. En dehors de cet espace, vous ne constatez pas de différence notable. D'ailleurs, le maximum de l'erreur ne dépasse pas 18 p. c.

Il est probable que si Mr. Moïse avait fait l'étude sur un très grand nombre de portées, il serait arrivé au même résultat que celui que je viens d'indiquer.

Nous nous sommes trouvés dans cette alternative d'établir plusieurs échelles de surcharges ou de n'en établir qu'une seule et de commettre quelques erreurs. Nous avons préféré partager l'erreur en deux et nous avons dit :

Augmentons un peu l'échelle des surcharges entre 10 et 30 mètres de portée et prenons une moyenne entre ce que l'on obtient pour la section centrale et les sections latérales de façon que l'erreur ne dépasse jamais 9 p. c.

D'après ceci, si l'on calcule un pont ayant une portée comprise entre 10 et 30 mètres, la section du milieu sera un peu trop forte, tandis que les sections latérales seront un peu trop faibles. Nous avons vu qu'en réalité, lorsqu'il s'agit de portées semblables, l'erreur n'existe pas en pratique.

On sait, en effet, que la longueur de nos poutres à âme pleine atteint 15 mètres et plus; celles-ci sont toujours très résistantes et au delà de la loi parabolique, quant aux sections latérales. Pour des poutres plus grandes construites en treillis, les bandes se construisent toujours un peu en excès pour la facilité des assemblages.

En étudiant la question pratiquement, nous avons trouvé qu'il suffisait absolument pour la pratique de relever quelque peu la ligne des surcharges équivalentes pour obtenir un résultat satisfaisant.

Dans un ouvrage que j'ai publié en 1888, j'ai établi une comparaison entre les résultats obtenus par le procédé dont je viens de parler et ceux qui s'obtiennent en mettant à exécution l'ordonnance russe. Les différences sont très peu importantes. C'est pourquoi je préconise le système de la charge moyenne ou de l'échelle unique pour moments de flexion qui est suffisante dans la pratique.

Mr. Belelubsky, chemins de fer de l'État russe. — Je crois, messieurs, que nous devons être reconnaissants à la Commission internationale pour avoir eu l'excellente idée de nous convier à discuter en Angleterre la question dont nous nous occupons en ce moment.

Cela a permis au rapporteur, Mr. von Leber, de constater, en commençant son travail, que les ingénieurs et les métallurgistes anglais ont toujours tenu et tiennent encore le premier rang parmi ceux qui s'occupent de la construction des ponts métalliques. Seuls ceux qui ont eu la bonne fortune de visiter le pont de Forth sont à même d'apprécier l'importance de cette œuvre gigantesque, car les descriptions, les photographies, ne peuvent en donner une idée réelle.

Le travail de Mr. von Leber se divise en quatre principaux chapitres distincts : 1° L'aperçu historique; 2° Les surcharges; 3° Les coefficients de sécurité; 4° Les meilleurs types de construction à adopter en se basant sur les progrès réalisés et sur les résultats des expériences.

Il faut, suivant moi, envisager chaque chapitre séparément, car chacun d'eux contient non seulement des renseignements, mais aussi les opinions personnelles du rapporteur.

Je vous demanderai la permission de donner quelques explications en ce qui concerne l'ordonnance russe de 1884 que Mr. von Leber a mise en parallèle avec l'ordonnance autrichienne de 1887.

Comme vous l'avez entendu, l'honorable rapporteur compare les deux manières de calculer.

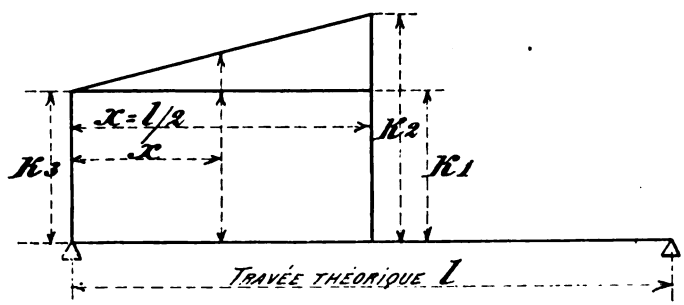
Je trouve aux pages 21 et 22 de son rapport les passages suivants :

La circulaire russe du 5 (17) janvier 1884, n° 60, publiée dans le « *Journal du ministère des voies de communication* du 10 février 1884, à l'adresse des inspecteurs, directions et directeurs de chemins de fer », et concernant « les conditions techniques à observer dans les constructions métalliques pour ponts de chemins de fer », contient les prescriptions de surcharges les plus complètes, parmi toutes les normes de ce genre publiées précédemment. On y a fixé les charges équivalentes, tant pour les moments de flexion que pour les efforts tranchants, pour les parties des ponts voisines des supports et pour celles qui sont voisines du milieu de la portée, en prescrivant de procéder par interpolation pour les parties de pont intermédiaires.

. . . . . .

La complication qui en résulte pour l'application pratique de ces prescriptions très étudiées, en fait oublier la valeur scientifique, car les constructeurs préféreront le plus souvent faire directement leurs calculs au moyen des trains équivalents de surcharge, qui sont également indiqués par la circulaire russe, plutôt que de recourir à toutes les interpolations que nous venons d'indiquer.

Je voudrais, messieurs, vous donner quelques explications au tableau sur la circulaire russe de 1884, afin de mieux vous faire comprendre la simplicité des calculs.



D'après le tableau (p. 22 du rapport), nous avons trois charges mobiles équivalentes : 1° K_1 pour le moment M_x si $x = \frac{l}{2}$; 2° K_2 pour V_x si $x = \frac{l}{2}$ et 3° K_3 pour V_x et M_x tout auprès des appuis. Par exemple, pour une travée de 15 mètres :

$$K_1 = 6.0;\ K_2 = 9.8;\ K_3 = 7.3 \text{ tonnes par mètre courant,}$$

ajoutons que K_1 ou K_3 pour les M_x couvre la travée totale et K_2 ou K_3 pour les V_x couvre la partie de la travée entre la section prise pour V_x et l'appui le plus lointain (ou vice versa).

Les valeurs de K_1, K_2 et K_3 étant données pour quelques travées d'un pont, il reste pour toutes les abscisses x de la travée à interpoler entre K_1 et K_3 ou K_2 et K_3 pour avoir les charges totales ou partielles correspondant au *max* M et *max* V_x dans la section prise de la poutre. Les ingénieurs russes appliquent toujours la circulaire de 1884 d'après cette méthode tout à fait simple.

Voici le tableau qui a été dressé en s'inspirant de l'ordonnance russe et qui se trouve à la page 22 du rapport :

PORTÉE.	CHARGE MOBILE a b			PORTÉE.	CHARGE MOBILE a b		
	pour M_x si $x = \frac{l}{2}$	pour M_x et V_x si $x < 2^m$	pour V_x si $x = \frac{l}{2}$		pour M_x si $x = \frac{l}{2}$	pour M_x et V_x si $x < 2^m$	pour V_x si $x = \frac{l}{2}$
Mètres.	Tonnes.	Tonnes.	Tonnes.	Mètres.	Tonnes.	Tonnes.	Tonnes.
1.0	30.0*	30.0*	60.0*	30	5.5	6.3	7.3
1.5	20.0*	22.5*	30.0*	40	5.3	5.9	6.6
2.0	15.0	20.0	30.0	50	5.2	5.6	6.1
2.5	13.7	18.7	26.7	60	5.0	5.3	6.1
5	12.0	14.5	18.6	80	4.6	4.8	5.8
10	7.5	8.5	12.4	100	4.3	4.5	5.6
15	6.0	7.3	9.8	120	4.0	4.2	5.4
20	5.6	6.8	8.4	160	3.7	3.8	4.9

* Valeurs ajoutées en conformité de la charge sur essieu de 15 tonnes d'après l'article II et de l'écartement des essieux de 1m32, tant pour M_x au milieu de la portée que pour V_x dans les deux dernières colonnes.

Comme vous le constatez, pour une portée de 60 mètres, il n'y a pas grande différence entre le moment près du milieu et le moment près des supports. On se sert donc, en Russie, des trois échelles dont je viens de parler pour les ponts d'une portée de 10 à 60 mètres.

L'honorable rapporteur dit à la page 28 de son rapport :

Les charges équivalentes quant aux moments de flexion ou aux efforts tranchants ont en réalité une valeur spéciale pour chaque élément de bande ou croisillon; il était toutefois précédemment d'usage, chez les ingénieurs, d'accepter pour le calcul des bandes entières la charge équivalente quant aux moments pour le milieu de la portée et pour le calcul de tous les croisillons, la charge équivalente quant à l'effort tranchant près d'un appui.

Je dois dire qu'en Russie nous avons toujours admis que la charge équivalente pour les croisillons est plus grande au milieu de la travée; nous l'avons fait, chaque fois que nous faisions la différence entre les charges équivalentes pour les moments et les efforts tranchants.

Qu'il me soit permis, messieurs, de vous signaler que la méthode des surcharges uniformes équivalentes pour les efforts tranchants, ainsi que pour les moments fléchissants, a été exposée par le professeur Laissle et Mr. Schubler, dans leur ouvrage sur les ponts métalliques, paru en 1865.

J'ai traduit cet ouvrage en russe; il a été également traduit en français par l'un des auteurs.

On y trouve un tableau XV indiquant les prescriptions pour le train-type du Wurtemberg.

Le rapport de Mr. von Leber rappelle les circulaires françaises de 1868 et de 1870, la circulaire autrichienne de 1870, mais il ne fait pas mention de la circulaire russe de 1875.

Jusqu'à cette époque-là, aucune ordonnance n'avait été publiée en Russie, en ce qui concerne la construction des ponts. On se servait uniquement de l'ouvrage de Messrs. les professeurs Laissle et Schubler dont je viens de parler.

Leur train-type, composé de trois locomotives à trois essieux, avec une charge de 12 tonnes par essieu, se rapprochait bien des trains lourds circulant sur notre réseau et c'est pourquoi, jusqu'en 1875, nous avons calculé les ponts avec les deux charges équivalentes, l'une quant aux efforts tranchants, l'autre quant aux moments de flexion admises par Messrs. Laissle et Schubler. En 1875, paraît la première circulaire russe qui ne prescrit qu'une échelle, sans faire de différence entre les surcharges pour les moments et les efforts tranchants (croisillons). Les ponts qui ont été construits en conformité de cette circulaire sont calculés moins exactement que ceux établis antérieurement.

A partir de 1880, on a construit plusieurs ponts sur le réseau du chemin de fer de l'État, en s'écartant des prescriptions de cette ordonnance. On les a construits en appliquant la méthode des trois surcharges équivalentes, méthode qui a reparu officiellement dans la circulaire de 1884. Les observations, d'ailleurs très élogieuses de Mr. le rapporteur, signalent la complication des calculs à laquelle cette circulaire paraît donner lieu.

D'après les explications que j'ai fournies, les prescriptions dont il s'agit ne donnent lieu qu'à des calculs simples et qui sont très suffisants en pratique.

Je dirai un mot maintenant des charges lourdes.

Quelques semaines avant l'ouverture de la présente session du Congrès, la commission permanente des ponts, nommée au ministère des voies de communication de Russie, a résolu, d'après la comparaison des données de trente-six lignes de chemin de fer, de prendre comme train-type deux locomotives à quatre essieux de 15 tonnes par essieu.

Les véhicules composant le train-type d'après la commission, présentent des distances et des pressions dressées sur les figures *a*, *b*, *c* ci-après :

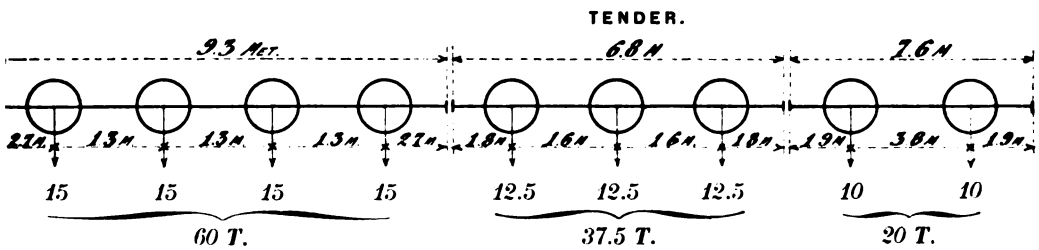


Fig. *a*. Fig. *b*. Fig. *c*.

Un train-type doit être composé de deux locomotives (*a* et *b*) et des wagons (*c*).

Dans tous les pays, les ingénieurs de la traction visent surtout à augmenter la charge des essieux et ils ne manquent pas de protester lorsqu'on veut les en empêcher.

Je vous rappellerai à ce sujet qu'à Saint-Pétersbourg, en 1892, lors de la discussion de mon exposé de la question V-B : « Relation entre les ponts et le matériel roulant », le regretté Mr. Belpaire disait qu'il était impossible de lier les mains aux ingénieurs de la traction.

J'estime, quant à moi, qu'il importe, au contraire, d'enrayer la tendance des ingénieurs de la traction afin de ne pas obliger continuellement le service de la voie à renforcer les ouvrages métalliques, même récemment construits.

La meilleure solution — celle qui est de nature à concilier toutes les exigences — consiste, à mon avis, à renforcer la traction, non pas en augmentant la charge des essieux, mais le nombre de ceux-ci ou, mieux encore, à recourir à la traction électrique.

Avant de terminer, je désire faire une remarque au sujet de l'aperçu historique de l'honorable rapporteur qui est destiné à prendre place dans les annales du Congrès.

A la page 5, on lit :

Rappelons seulement qu'en 1845, où l'on s'occupa sérieusement de franchir de grandes portées au moyen de travées métalliques, les poutres à âmes pleines, pour portées moindres, étaient déjà d'un usage courant. On déterminait leurs dimensions, soit par des épreuves directes, soit par des considérations de similitude se rattachant à ces expériences, lorsqu'il s'agissait de portées plus grandes. C'est par de semblables procédés que l'on arriva à dresser les projets des premières grandes travées tubulaires de Conway et Britannia; à cette époque, les procédés de calculs pour déterminer par voie théorique les sections à donner aux diverses pièces, n'existaient pas encore. Mais, dès 1855, les conceptions nouvelles sur la résistance des matériaux, telles qu'elles sont admises actuellement, commençaient à se développer.

. . . . . .

Ce sont les ingénieurs français Navier, Bresse et Clapeyron qui peuvent être considérés comme ayant en réalité établi les bases fondamentales de nos théories sur la résistance des matériaux, telles qu'elles ont été utilisées depuis partout. Des perfectionnements importants y ont été apportés par des calculateurs éminents de tous les pays des deux mondes.

Je tiens à constater que dès 1852, le général Jouransky s'était déjà signalé par ses travaux. Le chemin de fer Nicolas a été construit de 1847 à 1854. Il comportait plusieurs grands ponts, mais en bois, construits d'après les plans dressés par les ingénieurs russes envoyés en Amérique pour étudier les systèmes en usage dans ce pays. Deux de ces ponts, notamment, consistaient en neuf travées continuelles de 65 à 50 mètres chacune. Pour les établir, on s'était servi de la méthode de la décomposition des forces. Ce n'est que trente ans après leur construction qu'ils ont été remplacés par des ponts métalliques. Les premiers calculs de ponts à treillis ont été faits par le général Jouransky, et c'est lui qui, le premier, a appliqué le système.

Son nom mérite donc d'être cité dans la liste des ingénieurs et savants justement signalés par Mr. von Leber comme ayant pris la plus grande part à l'établissement des théories et des méthodes de calculs des ponts à treillis. Les travaux théoriques de Mr. Jouransky sont signalés par les savants français Saint-Venant, Colignon et surtout par le professeur Lang (Hannover, ci-devant Riga) dans son œuvre : *Geschichte der Spannwerke.* (*Applaudissements.*)

Mr. Schüle, Département des postes et des chemins de fer, Suisse. — J'ai lu avec beaucoup d'intérêt le travail de Mr. von Leber; il contient des renseignements très utiles sur les méthodes employées pour calculer les ponts. Toutefois, étant donné que les prescriptions des divers pays ont toutes les mêmes tendances, augmenter la sécurité, je me demande si la question de la méthode des calculs proprement dite, par les charges concentrées ou par les charges uniformément réparties, a bien l'importance qu'y attache le rapporteur.

Actuellement, avec les méthodes enseignées dans toutes les écoles, l'ingénieur, qui se sert de la méthode des charges uniformément réparties, ne se trompera pas dans les calculs des ponts métalliques.

La question, — ce n'est pas seulement mon avis, mais aussi celui de plusieurs délégués avec lesquels je me suis entretenu, — la question qui a une réelle importance est celle des ponts existants.

Nous savons que les prescriptions en vigueur stipulent des charges plus élevées que celles que supportent les ponts, et dès lors il y a lieu d'examiner dans quelle mesure il faut renforcer ceux qui sont trop faibles. Jusqu'où faut-il aller pour le travail du métal?

Un échange de vues à cet égard serait, à mon avis, très nécessaire.

D'après l'ordonnance fédérale suisse, l'augmentation du travail admissible pour des ponts neufs peut aller, dans certains cas, jusqu'à 30 p. c. pour les ponts existants. A côté de la question de la composition de la surcharge d'un pont se place celle de la sécurité à admettre. Dans quelle mesure faut-il renforcer un pont existant pour être certain que le pont ne présentera aucun danger?

Les deux questions devraient, à mon avis, être traitées simultanément.

Mr. von Leber. — Je pense que Mr. Schüle désire savoir comment on devra appliquer les règlements pour les nouveaux ponts aux ponts déjà existants. Il s'agit ici de distinguer entre la sévérité des prescriptions à appliquer aux nouveaux ponts et aux vieux ponts. Voilà la difficulté. Déjà, à Saint-Pétersbourg, on a soulevé une question semblable et l'on a reconnu qu'il valait mieux pour le Congrès de ne pas l'approfondir.

On avait proposé, en séance plénière, de déclarer qu'on pouvait admettre une tolérance de 20 p. c. sur les ponts existants. Mais on a objecté avec raison qu'il n'était pas sérieux de dire que le fer des ponts anciens devait être travaillé à 20 p. c. de plus que le fer des ponts nouveaux.

Si, en Suisse, on a constaté l'anomalie, nous l'avons constatée également en Autriche et il vaut mieux la passer sous silence. (*Rires.*)

Mr. Belelubsky, Ch. de f. de l'État russe. — Il avait été entendu dans la session de Saint-Pétersbourg que le questionnaire pour la session de Londres devrait porter sur les méthodes suivies pour arriver à renforcer les ponts existants en vue de les approprier au passage des charges lourdes.

Mais la Commission internationale n'a pas jugé devoir tenir compte de ce désidératum dans le questionnaire qu'elle a arrêté.

Mr. Schüle. — Je tiens à faire remarquer que l'augmentation de 30 p. c. prévue par l'ordonnance fédérale suisse n'est autorisée que lorsque la construction n'a pas de vice et lorsque la qualité du fer ne laisse pas à désirer.

Puisque, d'après l'honorable rapporteur, il n'est pas prudent de traiter la question que j'ai soulevée, je n'insiste pas, mais je crois pouvoir, sans inconvénient, vous proposer d'émettre le vœu de voir les Administrations de chemins de fer se livrer à des essais qui permettront d'étendre les quelques connaissances que nous possédons sur la sécurité effective des ponts.

Mr. le Président. — Je crois que nous pouvons clore la discussion générale. (*Adhésion.*)

Nous aborderons samedi la discussion des résolutions proposées par Mr. von Leber.

— La séance est levée à midi et quart.

Séance du 6 juillet 1895, à 10 heures.

—

Présidence de M. Richard JEITTELES

Mr. le Président. — La discussion générale ayant été close dans la précédente séance, nous allons aborder immédiatement la discussion des résolutions proposées par Mr. von Leber.

Il entrera, je suppose, dans vos intentions de terminer vos travaux ce matin. Si nous devions encore nous réunir lundi, il serait difficile d'élaborer pour mardi le rapport qui doit être soumis à l'assemblée générale.

Je prie donc les orateurs d'être aussi courts que possible.

Les conclusions proposées pour la question IV-A commencent ainsi :

« 1° Les quantités de fer employées ou à employer pour la construction des ponts « métalliques de chemins de fer sont extrêmement variables, abstraction faite des « conditions de portée et de hauteur imposées à l'ingénieur par les circonstances « locales.

« Pour des ponts de même portée, la quantité de métal par mètre de voie varie « souvent du simple au double, suivant les surcharges prescrites, suivant les limites « de travail intérieur assignées aux diverses pièces, suivant le système de construc- « tion adopté et surtout suivant l'ingénieur qui dresse les projets.

« Aussi les formules générales souvent proposées sur la base de considérations « très logiques, pour estimer d'avance le poids d'un pont, sont presque toujours en « défaut. Il est bien préférable de faire le relevé des poids d'un grand nombre de « ponts construits et de procéder par voie de comparaison.

« Les tableaux dressés par le rapporteur pourront, à cet effet, rendre des services « utiles. Toutefois, la comparaison la plus efficace pour chaque ingénieur est celle « qui résulte de ses propres projets. »

Mr. F. E. Roberton, East Indian Ry. (En anglais.) — Je désire présenter quelques observations en ce qui concerne les efforts unitaires admissibles qui doivent naturellement servir à déterminer le poids de métal à employer dans les ponts. Tout en rendant pleine justice au rapport très compétent et très complet fait sur cette question, je voudrais relever certaines déclarations relatives au travail admissible, parce qu'il me paraît que quelques-unes d'entre elles ne peuvent être logiquement justifiées, quelque opinion que l'on ait sur la façon dont se comportent les métaux au point de vue de l'élasticité. La notation donnée dans le texte pour les formules semble être d'accord avec ce que j'ai compris et avec ce qui est, je crois, généralement admis; mais je ne comprends pas l'observation qui se trouve à la page 82 du rapport anglais et aux pages 73 et 74 du rapport français. Le rapporteur dit : « En prenant pour S_{min} : S_{max} non pas le rapport tel que les promoteurs des formules l'exigent, mais le rapport de la charge permanente à la charge totale, de façon à nous mettre d'accord avec la très grande majorité des constructeurs, etc. » Quel autre rapport est donc exigé par les promoteurs des formules ? Il est dit aussi à la page 78 du rapport anglais, page 69 du rapport français : « Ces formules ne tiennent pas compte de la grandeur de la portée ou, ce qui revient au même, du rapport de la charge mobile à la charge permanente. » Si je comprends bien les formules, c'est précisément sur ces rapports qu'elles sont basées et elles expriment par conséquent l'effet de la longueur de la portée sur les efforts limites d'une façon bien plus exacte et bien plus pratique que ne le fait la simple indication de la longueur de portée dont il s'agit. Pour prendre un exemple, est-il raisonnable de fixer les mêmes efforts limites aux maîtresses poutres de deux ponts de même portée, mais pour lesquels, par suite de circonstances locales, les rapports de la charge mobile à la charge permanente sont très différents ? Ou, pour prendre le cas le plus commun, celui d'un pont à poutres consoles ou en cantilevers de très grande portée, ne serait-il pas raisonnable de donner aux pièces près de la culée un effort unitaire plus élevé que celui admis dans les pièces du bout ? La différence serait considérable avec les très grandes portées réalisées aujourd'hui. La règle simple consistant à déterminer l'effort d'après la longueur de la portée, ne tiendrait pas compte de cette économie judicieuse que prévoit pleinement la formule de Launhardt. Je me sépare sur ce point du rapporteur et j'estime que les formules en question, telles que je les comprends, tiennent exactement compte de la portée pour autant qu'elle affecte les efforts admissibles et que la détermination de ces efforts par la simple donnée de la

portée consiste à faire grossièrement ce que la formule fait plus correctement. Le rapporteur indique, en outre, comme un défaut de la formule le fait qu'elle assigne le même effort unitaire à un croisillon de grand pont et à une pièce correspondante de petit pont pourvu que l'une et l'autre subissent des modifications semblables de l'effort, et le rapporteur semble vouloir faire varier l'effort en proportion des dimensions du pont. Or, s'il est permis de tirer une conclusion des nombreuses expériences de Wöhler, de Bauschinger et de Baker, c'est que la résistance d'une pièce dépend des limites entre lesquelles l'effort varie. Il ne semble pas que la dimension réelle de la pièce ait rien à faire dans la question. Je ne comprends donc pas très bien l'objection qui est faite. Si l'auteur est d'avis que la formule ne tient pas compte de toutes les variations possibles dans les limites d'effort entre les grands et les petits ponts, je dois lui d[illegible]rer qu'il ne lit pas la formule en lui donnant le sens dans lequel elle est, je cro[illegible], généralement employée. Si, d'un autre côté, il veut dire qu'une pièce de grand pont dont l'effort varie, par exemple, de +2 à —2 tonnes par pouce carré (+315 à —315 kilog. par centimètre carré), se trouve dans certaines conditions différentes de ce[illegible]s d'une pièce semblable dans un pont plus petit avec le même effort unitaire, je signalerai que cette opinion implique que l'effort unitaire admissible dans une pièce est une fonction de sa dimension absolue et non de ses conditions d'effort. Le rapporteur critique ensuite la formule qu'il ne trouve pas applicable aux poutres continues. Je ne vois réellement pas qu'il y ait là rien qu'on puisse invoquer contre la formule. Tout ce que l'on pourrait tirer de cet argument, c'est que, si la formule est rationnelle, tant pis pour les poutres continues telles qu'on les construit actuellement. Il semble plus raisonnable d'admettre que la pratique ancienne était mauvaise que de considérer comme sans valeur la longue série d'expériences récentes. Je pense que l'auteur s'exagère l'effet de cette formule lorsqu'on l'applique aux poutres continues, car les parties sur lesquelles elle aurait le plus d'effet, les points de flexion, par exemple, sont précisément celles où, pour des raisons pratiques, les sections ne peuvent être réduites autant que le permettrait la théorie ordinaire. Il est cependant sans intérêt d'entrer dans un examen numérique de ce détail, car ce qui nous intéresse, ce n'est pas de savoir si les formules exigeraient qu'un type spécial de construction fût plus lourd qu'on ne l'a admis jusqu'à présent, mais si les formules sont justifiées par les faits. C'est précisément sur ce point que je m'écarte de ce que dit l'auteur à la page 79 du rapport anglais, page 70 du rapport français : que « ce principe erroné est en contradiction avec la pratique des constructeurs, avec les lois de l'élasticité dans les métaux, enfin et plus encore avec les résultats des expériences de Mr. Bauschinger ». Invoquer contre une théorie qu'elle est en opposition avec la pratique ancienne, est la dernière accusation que devrait élever un homme de science et cet argument ne prouve rien, quant à ce qui est juste. Quant à dire que la formule de Launhardt est contraire aux lois de l'élasticité et aux expériences de Bauschinger, c'est là une simple affirmation et l'on n'y peut répondre que par cette contre-affirmation que c'est précisément sur l'interprétation prétendûment correcte de ces lois et de ces expériences que la formule est

basée. Comme conclusion à cette partie de son rapport, l'auteur dit qu'une poutre soumise à des efforts variant de $^1/_2$ tonne à 4 $^1/_2$ tonnes par pouce carré (80 à 720 kilogrammes par centimètre carré), conservera son élasticité incontestablement mieux qu'une poutre semblable soumise à la plus grande charge appliquée d'une façon permanente. Malgré tout le respect que j'ai pour son opinion, je dois m'élever contre cette assertion et j'affirme qu'un tel effort constant ne produira pas plus d'effet que l'effort moindre variable. Si l'affirmation du rapporteur était exacte, il faudrait en déduire qu'une charge permanente devrait être moindre qu'une charge mobile, ce qui est en contradiction avec ses propres chiffres. L'auteur peut-il invoquer des expériences prouvant qu'un ressort supportera un nombre indéfini de fois l'application d'une charge qui le détruirait par sa pression constante ? Comment explique-t-il ce fait établi par Wöhler que, si une barre est soumise à un effort répété de N tonnes par pouce carré, elle se rompra après un certain nombre d'applications, mais que si, au lieu d'enlever toute la charge, on laisse un effort permanent de M tonnes, le nombre des applications nécessaires pour briser la barre augmentera avec M au lieu de diminuer ? Pour ne citer qu'un cas, une barre d'acier qui se rompit après 72,450 applications d'un effort de 42.95 tonnes par pouce carré (675 kilogrammes par centimètre carré), ne se rompit qu'après un nombre d'applications de plus en plus grand suivant que la charge laissée augmentait et ne se rompit pas encore après 33,600,000 applications lorsque la charge permanente eut atteint 28.65 tonnes, laissant un effort variable de 14.30 contre 42.95 avec une charge permanente de O. Comme ceci n'est pas une expérience isolée, mais une expérience qui peut être prise comme type, je me demande comment on peut dire que les limites de l'effort n'affectent pas la question. Il est vrai que ces expériences se rapportent aux efforts de rupture, mais il est probable que les mêmes causes affecteraient le travail ordinaire. En réalité, il y a deux questions qui nous divisent, le rapporteur et moi : en premier lieu, la formule de Launhardt donne-t-elle un meilleur moyen de régler les efforts limites dans les pièces des ponts que ne le peut une échelle arbitraire basée sur la longueur de la portée, et, en second lieu, la formule est-elle une déduction logique des expériences sur les efforts répétés faites par Wöhler, par Baker et par Bauschinger et dont les résultats sont donnés sous une forme très commode dans l'ouvrage : *Testing of the materials of construction* du professeur Unwin? Quant au premier point, je demanderai sur quoi sont basés les efforts limites pour les différentes portées, si ce n'est sur la considération exprimée dans la formule, c'est-à-dire sur la proportion entre la charge mobile et la charge permanente, et s'il ne vaut pas mieux employer une formule rationnelle qu'une règle déduite arbitrairement de cette formule même, règle qui ne peut convenir à tous les cas? Le second point a plus d'intérêt et plus d'importance et ne peut être résolu que par un raisonnement rigoureux basé sur des faits indiscutables. Exposés aussi brièvement que possible, voici les faits établis par les expériences auxquelles nous avons fait allusion. Prenant, par exemple, du fer forgé d'une résistance moyenne à la rupture de 23 tonnes sous une charge isolée,

on trouve qu'un petit nombre de millions d'applications d'une charge de 13 à 15 tonnes produira la fracture; mais en dessous de ce chiffre, le nombre d'applications nécessaire pour produire la fracture est inconnu. Mais la même barre ne résistera qu'à la moitié de la charge approximativement ou à la même différence totale si l'effort varie de + à —. En outre, on trouve que, si la charge n'est pas complètement enlevée, le nombre des applications nécessaires pour rompre la barre augmentera selon que la variation de l'effort diminuera. Rien n'est plus clairement indiqué que ceci. Je ne crois pas qu'on sache quelle charge constante une barre peut supporter sans détérioration. Il convient aussi de se rappeler deux points importants qui semblent être établis par les expériences de Bauschinger : en premier lieu, que la limite d'élasticité réelle, correspondant à une déformation insensible, est beaucoup moindre que la soi-disant limite élastique ou charge de rupture et ne peut être fixée au delà de 7 à 8 tonnes pour le fer et de 9 tonnes ou un peu plus pour l'acier doux; en second lieu, que l'épreuve d'une barre ne donne aucune indication quelconque sur sa résistance finale ou l'étendue de la détérioration résultant de la fatigue. D'après ces données, les formules sont, me paraît-il, établies en faisant le raisonnement suivant. On semble admettre universellement qu'une charge d'environ 7 tonnes est une charge permanente donnant toute sécurité pour le fer forgé, et l'on peut remarquer en passant que cela est d'accord pratiquement avec la limite d'élasticité de Bauschinger. Ceci donne un facteur de sécurité d'environ 3. Lors donc que nous avons à nous occuper de charges répétées ou renversées, nous devons considérer non pas la force extrême de la barre soumise à une charge unique, mais cette force dans les conditions indiquées, répétées ou renversées, et nous devrions admettre le même facteur de sécurité, d'autant plus que ces charges variables sont précisément celles sur l'intensité desquelles règne la plus grande incertitude. Il me semble que la formule de Launhardt est fondée sur la théorie dans toute son exactitude. Nous savons par elle qu'étant donnée une matière parfaitement élastique, lorsqu'une charge graduelle produit un effort unitaire de S, la moitié de cette charge appliquée instantanément, mais sans choc, produira le même effort, et qu'une charge alternative d'un tiers fera de même. En réalité, les matériaux sont imparfaitement élastiques et l'expérience s'écarte de la théorie pure de l'interférence de plasticité, mais je ne crois pas qu'avec nos connaissances actuelles on puisse établir quel effet cette dernière considération doit ou ne doit pas avoir sur nos calculs. En fait, nous ne connaissons pas tout sur la manière dont se comportent les matériaux de construction et il est par conséquent téméraire de poser des dogmes sans les appuyer de preuves. Il devra subsister, au moins pendant quelque temps encore, une certaine divergence d'opinions sur la meilleure manière d'exprimer les efforts limites, et je ne crois pas que le rapporteur soit fondé à condamner sans preuve la formule de Launhardt. Ce sur quoi nous différons en réalité, ce n'est pas tant sur la somme d'efforts qui peut être admise en toute sécurité dans les différents cas que sur la méthode par laquelle on peut arriver à ces résultats, et le sujet est d'une si grande importance que sa discussion sera toujours très utile.

Mr. von Leber, *rapporteur*. — J'ai cherché à concilier toutes les opinions de ceux de nos collègues qui préconisent les formules en citant la formule indiquée sous le n° 53 de mon rapport.

Je ne sais si Mr. Robertson n'en est pas partisan ; il lui oppose une autre formule qui ne tient pas compte du rapport de la charge roulante à la charge morte ou, si vous le préférez, du rapport de la charge roulante à la charge totale.

J'ai dit et je maintiens que le calcul le plus simple est celui basé sur ce dernier rapport. Je ne crois pas devoir le démontrer à nouveau.

Mr. Robertson est d'avis que ce rapport de la charge roulante à la charge totale n'est pas toujours constant pour une même portée de pont. Il n'a pas tort, et c'est ce que je reconnais dans mes conclusions d'une manière générale :

Le poids des ponts peut varier énormément si vous considérez sur un tableau graphique un millier de ponts appartenant à des administrations ou à des pays différents. Mais cette variation n'existe pas pour l'ingénieur qui n'envisage que les ponts de la compagnie à laquelle il appartient. Pour lui, le rapport de la charge morte à la charge roulante, ou vice versa, ne varie pas beaucoup pour une même portée.

Mr. Robertson ne partage pas non plus mon avis lorsque je dis qu'une poutre entrant dans la composition d'un pont se trouve dans de meilleures conditions que celle qui entre dans la composition d'une maison.

La première n'est chargée que par intermittence, au moment du passage du train ; une fois le train passé, elle reprend sa position naturelle. La seconde, au contraire, est chargée d'une façon continue ; sa limite de travail atteint toujours le maximum.

J'ai donc raison de dire que la seconde se trouve dans de meilleures conditions que la première, quant à la conservation de l'élasticité du métal.

C'est encore le cas du ressort que l'on tend d'une manière continue ; il est certain qu'il perdra bien plus vite son élasticité que le ressort que l'on ne tend que par intervalles en le laissant ensuite se détendre.

Mr. Robertson demande qu'on lui prouve qu'il en est ainsi.

Mais, messieurs, cela ne doit plus être démontré : tout le monde sait, par expérience, que lorsque l'on tend sans discontinuer un ressort, celui-ci perd son élasticité. Cependant, l'honorable Mr. Robertson est d'un avis contraire : selon lui, le ressort tendu constamment conserve mieux son élasticité. Il me paraît inutile d'insister sur ce point ; tout horloger ou mécanicien vous renseignerait davantage.

Mr. Robertson estime que les formules de Launhardt ne sont pas applicables aux poutres continues, et que, dès lors, si l'on partageait ma manière de voir, il faudrait, en quelque sorte, renoncer à construire des ponts à poutres continues.

Je diffère encore d'opinion sur ce point avec l'honorable Mr. Robertson. Il m'a mal compris.

Je n'ai pas voulu dire, le moins du monde, que les ponts à poutres continues sont mauvais et, s'il fallait choisir entre un pont à travées indépendantes établi suivant les formules, et un pont à poutres continues, calculées de la manière usuelle, je n'hési-

terais pas à choisir ce dernier système, parce que les ponts à poutres continues ont été sanctionnés par une longue expérience.

A ce propos, je dirai que les inquiétudes qu'ils causent sont exagérées. On prétend que s'il y a un tassement aux appuis, toute la théorie est en défaut.

Je puis vous certifier qu'il existe en Autriche un grand nombre de ponts de l'espèce où des tassements se sont produits. Il n'en est résulté aucun inconvénient, parce que les tassements une fois opérés et définitivement établis, les poutres se sont remises en équilibre, les fers reprenant peu à peu leur constitution moléculaire primitive.

Je vous citerai le cas du viaduc de l'Iglawa, où un tassement de 30 centimètres s'est produit à l'une des extrémités. Vous pourriez croire qu'il en est résulté la rupture du pont. Pas le moins du monde.

On a remis le pont dans une situation normale, et les trains express le franchissent aujourd'hui absolument comme si rien ne s'était passé.

Je maintiens donc complètement mon opinion, à savoir qu'il faut, en matière de constructions métalliques, s'en tenir à la pratique, plutôt qu'à des formules d'origine douteuse.

Je respecte toutefois l'opinion contraire de Mr. Robertson.

Mr. le Président. — Je n'ai pas voulu interrompre Mr. Robertson, mais j'aurais dû cependant le faire, attendu que ses observations rentrent dans la discussion générale, qui a été déclarée close dans la précédente séance.

Mr. Belelubsky. — J'ai l'honneur de vous exposer, Mr. le Président, que je n'ai envisagé, pour ma part, jusqu'à présent, que la première et la deuxième partie du rapport de Mr. von Leber.

Mr. Robertson a présenté des observations se rapportant notamment à la troisième partie de son travail.

Je désirerais, à mon tour, pouvoir faire quelques remarques au sujet des considérations que Mr. von Leber a fait valoir dans les deux dernières parties de son rapport. Je vous demanderai donc la permission — puisque la discussion générale est close — de pouvoir présenter mes observations à l'occasion des conclusions.

Mr. le Président. — L'assemblée n'y verra pas d'inconvénients, je suppose.

J'ouvre la discussion sur le 1er des conclusions de Mr. von Leber.

Mr. Belelubsky. — Les tableaux insérés dans le rapport contiennent un grand nombre de données au sujet de ponts existants, ponts qui ont été construits dans des circonstances différentes, suivant les prescriptions en vigueur. Ces tableaux vous montrent qu'il y a entre le minimum et le maximum une différence qui va jusqu'à 50 p. c.

C'est la conséquence fatale des formules pratiques générales pour tous les pays.

Avec la formule que voici :

$$\varphi = \alpha l + C$$

quantité de ponts ont été construits en Russie, et la différence entre le minimum et le maximum ne dépasse pas 5 à 10 p. c.

La formule $p = \alpha l + C$ représente le poids par mètre courant; αl se rapporte au poids des poutres (contreventements inclus), et C, au poids du tablier; l signifie la travée théorique; α est un coefficient pratique qui dépend des prescriptions réglementaires du pays et reste sensiblement constant pour les travées déterminées.

Avec la formule que je viens d'indiquer, on peut déterminer d'une façon suffisamment précise le poids net.

Mr. Schüle, département des postes et des chemins de fer suisses. — Je vous propose, messieurs, deux modifications au troisième alinéa de la première résolution.

D'abord, il convient, à mon avis, de ne pas proclamer d'une façon catégorique que « les formules générales proposées sur la base de considérations très logiques, pour estimer d'avance le poids d'un pont, sont presque toujours en défaut ». Cela peut être vrai pour les projets qui sont dressés à l'école, mais cela n'est pas exact pour ceux qui sont faits par les compagnies.

La remarque est donc trop générale.

En second lieu, la phrase : « Il est bien préférable de faire le relevé des poids d'un grand nombre de ponts construits et de procéder par voie de comparaison » devrait être modifiée en ce sens : « Il est bien préférable de faire le relevé des poids d'un grand nombre de ponts construits et de procéder par voie d'approximations successives. »

En effet, si l'on doit construire un pont d'un type nouveau, on fera une approximation du pont, d'après une formule quelconque.

On vérifiera ensuite par le métré quel est le poids exact, et, si c'est nécessaire, on augmentera quelque peu les dimensions.

Mr. Bell, Indian State Railways. (En anglais.) — Il me semble que la proposition du dernier orateur tend à envahir le domaine de l'auteur d'un projet. Je ne pense pas que ce soit dans l'intention ou dans les attributions de la section, et moins encore dans celles du Congrès. Je voudrais faire observer qu'il nous appartient uniquement de fixer les limites que nous considérons comme essentielles à la sécurité publique, et non de fixer des règlements d'Etat précis destinés à guider les auteurs de projets dans tous les détails. Agir ainsi conduirait à des méthodes stéréotypées, qui, quelque bonnes qu'elles puissent être, peuvent et doivent probablement s'améliorer avec le temps; elles entraveraient donc bientôt le progrès au lieu d'y contribuer. Quant aux méthodes de calcul, qui servent soit aux auteurs de projets pour calculer les poutres, soit aux inspecteurs pour vérifier s'ils peuvent être livrés au service public, je crois que le Congrès doit éviter toute définition trop exacte du système qu'il approuve. Tout ce que je puis proposer au Congrès de recommander, c'est « d'employer une « quantité suffisante de métal d'une qualité telle qu'elle réponde aux efforts résultant « de la charge permanente et de la charge mobile calculées ».

Mr. Belelubsky. — On pourrait supprimer la dernière phrase de la conclusion :

« Toutefois, la comparaison la plus efficace pour chaque ingénieur est celle qui résulte de ses propres projets. »

Mr. von Leber, *rapporteur.* — Je n'ai pas voulu dire que si un ingénieur applique pour un pont qu'il construit lui-même les formules générales, celles-ci seront en défaut. Aussi, je ne m'oppose pas à ce qu'il soit donné satisfaction à Mr. Schüle. On pourrait rédiger la première phrase du troisième alinéa dans le sens que voici :
« Les formules générales, souvent proposées sur la base de considérations très
« logiques, pour estimer d'avance le poids d'un pont, ne sont applicables que pour
« des projets concernant une compagnie de chemins de fer ou dressés par un même
« ingénieur. »

Mr. Belelubsky. — Ne pourrait-on pas dire... : « concernant un même pays » et supprimer : « ou dressés par un même ingénieur » ?

Mr. von Leber. — Ce serait aller trop loin. En France, par exemple, les projets des différentes compagnies ne sont pas toujours dressés d'après les formules générales. Mais on pourrait dire : « un pays ou une compagnie ».

Mr. le Président. — Mr. von Leber propose de rédiger comme suit la première phrase du troisième alinéa :

« Les formules générales, souvent proposées sur la base de considérations très
« logiques, pour estimer d'avance le poids d'un pont, ne sont applicables que pour
« des projets concernant une compagnie de chemins de fer ou dressés par un même
« ingénieur. »

Mr. Schüle propose de rédiger comme suit la seconde phrase :

« Il est préférable de faire le relevé des poids d'un grand nombre de ponts
« construits et de procéder par voie de comparaison, par approximations succes-
« sives. »

Mr. von Leber. — Je me rallie à cette rédaction.

Mr. Bell. (En anglais.) — Quelle est la meilleure méthode ?

Mr. von Leber. — Il n'y en a qu'une. On ne peut calculer que par approximations successives.

— Le 1° des conclusions est adopté dans les termes suivants :

« Les quantités de fer employées ou à employer pour la construction des ponts
« métalliques de chemins de fer sont extrêmement variables, abstraction faite des
« conditions de portée et de hauteur imposées à l'ingénieur par les conditions
« locales.

« Pour des ponts de même portée, la quantité de métal par mètre de voie varie
« souvent du simple au double, suivant les surcharges prescrites, suivant les limites

« de travail intérieur assignées aux diverses pièces, suivant le système de construc-
« tion adopté, et surtout suivant l'ingénieur qui dresse les projets.

« Les formules générales, souvent proposées sur la base de considérations très
« logiques, pour estimer d'avance le poids d'un pont, ne sont applicables que pour
« des projets concernant un pays ou une compagnie de chemins de fer. Il est préfé-
« rable de faire le relevé des poids d'un grand nombre de ponts construits et de
« procéder par voie de comparaison, par approximations successives.

« Les tableaux dressés par le rapporteur pourront, à cet effet, rendre des services
« utiles. »

Mr. le Président. — Le 2° des résolutions proposées est libellé en ces termes :

« Les surcharges prescrites quant au matériel roulant ont une importance
« majeure pour les ponts de faible portée, où elles priment absolument sur les poids
« morts et les effets du vent. C'est l'inverse pour les ponts de grande portée;
« lorsque celle-ci atteint 100 mètres et sûrement lorsqu'elle dépasse 120 mètres, ce
« sont les deux derniers effets qui jouent le rôle le plus important dans les calculs
« de résistance, lesquels, pour des portées exceptionnelles, affectent une forme
« souvent inattendue.

« Ainsi, pour les grandes arches du Firth of Forth, avec 521 mètres de portée,
« nos illustres collègues sir John Fowler et sir Benjamin Baker, qui en ont dressé
« les projets, relatent que la surcharge fournie par deux trains lourds n'excède pas
« 5 p. c. du poids mort. »

Mr. Belelubsky. — Je propose de supprimer ce 2°.

Mr. von Leber. — La section appréciera s'il doit être maintenu.

— La proposition de Mr. Belelubsky est mise aux voix et rejetée.

— Le texte proposé par Mr. von Leber est adopté.

Mr. le Président. — Voici le 3° des résolutions du rapporteur :

« 3° On doit recommander de faire, sinon pour chaque pays, du moins pour
« chaque grand réseau de chemins de fer, une étude sérieuse des effets de surcharge
« provoqués par le matériel roulant en circulation pour en déduire les prescriptions
« de surcharge concernant les ponts métalliques à construire ou déjà construits.

« On peut émettre ces prescriptions, soit sous la forme de trains-types de
« surcharge, soit sous la forme de deux échelles de charge uniformément réparties
« par mètre de voie, concernant, l'une les moments de flexion, l'autre les efforts
« tranchants, et convenant ensemble pour tous les ponts usuels, pourvu que l'on y
« prenne toujours comme entrée la longueur de voie surchargée.

« Dans le premier système, il est recommandable de considérer toujours au moins
« deux trains-types représentant les deux extrêmes du trafic, à savoir : un train à
« grande vitesse avec les plus grandes charges d'essieu, la plus lourde locomotive,
« le plus lourd tender, et une suite convenable de voitures; puis, un train de

commencer pour chaqu

ceux-ci effectivemen

faire cette étude

uniformes équivalentes

les portées ou lon

genre de calculs, surtou

servant d'entrée aux

calculs des poutres tra

Russie. — Je con

l'ouvrage classiq

des services à bea

pour rédiger la partie

quant au train-type

analogue à celui prec

dans le présent ra

deux locomotives, t

Il serait fort

essant de savoir s'

plus de trois locomo

locomotives avec l

condition de pareils tr

l'idée principal

Il y a une tend

les trains-types. O

résolution de ce g

2° En Allemagne, il est d'usage courant et en Russie on commence à employer, depuis quelques années, pour le calcul des ponts les méthodes graphiques et particulièrement les lignes d'influence, lesquelles permettent, à l'aide du train-type, d'établir facilement et en peu de temps un projet de pont.

Si nous ratifions la résolution proposée, nous condamnons à tort l'usage des méthodes graphiques, utilisant les charges réelles (concentrées, isolées), et particulièrement des lignes d'influence dont je viens de parler et c'est ce qu'il faudrait éviter à mon avis.

Les trains-types présentant des charges réelles (concentrées), peuvent être admis par les Administrations des chemins de fer du monde entier; il vaut donc mieux se servir de l'expression « trains-types » et de ne pas parler des échelles de surcharges uniformément réparties.

Dans cet ordre d'idées, je propose de supprimer complètement le deuxième alinéa de la troisième résolution; de supprimer du troisième alinéa les mots : « Dans le premier système »; enfin, de supprimer complètement les quatrième et cinquième alinéas, en conservant ainsi au 3° des conclusions exclusivement l'indication des trains-types.

Mr. Belelubsky, ch. de f. de l'État russe. — Dans la dernière séance, on a discuté le mode de construction des échelles de surcharge. Il faut nécessairement que la résolution fasse mention de celles-ci.

Il n'y a, en réalité, de divergence d'opinions que sur le point de savoir s'il faut admettre deux ou trois échelles. Eh bien! il me paraît que le meilleur moyen de mettre tout le monde d'accord, c'est de ne pas spécifier le nombre d'échelles dans le deuxième alinéa.

Mr. von Leber. — Je me rallie à cette manière de voir.

Mr. Étienne, Paris-Lyon-Méditerranée, réseau algérien. — Je formulerai une proposition un peu plus radicale.

La première conclusion du rapporteur donne une réponse suffisante au littéra A de la question IV.

Il ne me paraît pas utile d'appeler le Congrès à faire un choix entre les différentes méthodes de calcul. On ne met pas aux voix l'exactitude d'une méthode de calcul! La discussion à laquelle on se livre serait mieux à sa place dans un ouvrage théorique que dans les délibérations d'un Congrès.

Je propose donc la suppression du 3° des conclusions.

Mr. de Kounitsky. — Je suis tout à fait de l'avis de Mr. Étienne et je pense qu'il faudrait laisser aux ingénieurs et administrations le choix libre entre les différentes méthodes de calcul.

Mr. von Leber, *rapporteur*. — Je vous propose, messieurs, d'adopter la proposition de Mr. Belelubsky et de dire « ...soit sous la forme d'échelles de charges unifor-

mément réparties par mètre de voie concernant les moments de flexion, les efforts tranchants et convenant... ».

Nous respecterons ainsi les usages admis dans un grand pays tout en laissant la faculté aux ingénieurs de combiner différemment les échelles.

Je suis, par contre, d'avis qu'il est bon, pour le Congrès, de se prononcer entre les échelles de surcharges et le train-type et de marquer sa préférence pour les premières.

Lorsque l'on veut faire pour un grand pays ou pour une grande compagnie des prescriptions de surcharges, on dispose de deux moyens : le train-type ou les échelles.

Il est clair que le législateur ou le fonctionnaire préférera prescrire des trains-types parce que ce moyen est excessivement simple.

Le second moyen, qui consiste à prescrire des échelles de surcharges, est infiniment plus compliqué. En effet, le législateur ou le fonctionnaire doit se livrer à une étude approfondie, non pas d'un train, mais de tous les trains qui circulent dans le pays ou sur un réseau considéré.

La question est de savoir s'il est préférable que le législateur se livre à une étude sérieuse une fois pour toutes, ou qu'il émette ses prescriptions sur la base d'une étude beaucoup moins complète, laissant aux constructeurs et aux ingénieurs du contrôle la corvée de recommencer tous les calculs et toutes les recherches pour chaque pont à construire.

Comme je le dis dans mon rapport, le train-type présente de grands inconvénients; vous ne pouvez pas, en effet, représenter par un train-type, même par deux trains-types, tout ce qui circule sur un réseau ; mais enfin, si l'on s'arrête à ce système, il faut nécessairement faire usage de deux trains. Le premier doit être un train express avec les plus grandes charges d'essieu, la plus lourde locomotive, le plus lourd tender et une suite convenable de voitures. Le second doit être un train de marchandises avec une locomotive dont les charges d'essieu ne sont pas aussi grandes, mais dont les essieux sont nombreux et peu écartés, le tender y étant plus léger, les wagons des plus lourds.

Voilà les caractères des deux trains.

Je le répète, si l'on s'arrête au système des trains-types, il faut nécessairement, pour obtenir un résultat plus ou moins exact, se servir de deux trains. C'est ce nombre que l'on prescrit en Angleterre et en Amérique.

Je crois donc que le Congrès devrait exprimer une opinion à cet égard.

J'ai tenu à parler dans mes conclusions des deux systèmes parce que l'un et l'autre sont usités, mais je persiste dans cette idée que le système des échelles de surcharges est plus pratique.

Sir Douglas Fox, Manchester Sheffield and Lincolnshire Ry. (En anglais.) — En Angleterre, nous n'avons pas de prescription législative en ce qui concerne la question des charges roulantes d'épreuve, mais le « Board of Trade », qui est chargé de la surveillance des ponts, a édicté certaines règles.

Mr. von Leber a dit que mon ami sir Benjamin Baker lui a envoyé certains poids de trains d'épreuve, mais on pourrait en déduire une fausse appréciation des choses.

La règle en Grande-Bretagne est précise et la voici : Nous devons prévoir dans nos constructions que les ponts puissent être chargés pour les lignes principales des locomotives les plus lourdes circulant actuellement dans le pays, et pour les lignes d'embranchement, des locomotives au moyen desquelles on doit les exploiter.

Le « Board of Trade » ne nous dit pas quelle est la charge; il nous laisse le soin de la trouver, mais nous sommes obligés, comme ingénieurs, de lui prouver, quand nous lui demandons d'inspecter le pont avant l'ouverture du chemin de fer, qu'il est assez solide dans toutes ses parties pour recevoir les plus lourdes locomotives en supposant qu'il en soit chargé d'un bout à l'autre. Il n'est donc pas question chez nous des différents types de trains, nous devons prendre le plus lourd qui soit connu; mais ce que vient de dire Mr. von Leber n'est cependant pas sans motif, car j'ai eu l'occasion d'apprendre de notre ami le général Hutchinson, qui a pendant de longues années représenté le « Board of Trade », que dans le cas, très exceptionnel d'ailleurs, du pont du Forth, le « Board of Trade » a fait une exception à son règlement et a permis de considérer un train-type. Il va de soi que dans une construction aussi considérable que celle du pont du Forth, s'il avait fallu composer la charge de locomotives placées bout à bout, d'une extrémité à l'autre, on serait arrivé à des résultats excessifs; c'est pour ce motif que le « Board of Trade » a fait une exception. Quoi qu'il en soit, l'expérience nous a appris que pour les trains lourds, marchant à grande vitesse, il faut accorder bien plus d'attention qu'on ne l'a fait dans les années antérieures non pas tant à la solidité des maîtresses poutres qu'aux poutres transversales et à celles qui supportent les rails.

Les maîtresses poutres sont toujours assez fortes et faciles à calculer et le « Board of Trade » prend grand soin qu'il reste une large marge de sécurité; mais une question plus difficile dont nous avons à nous occuper est celle du point de rencontre avec les poutres transversales et les longerons et je pense que les ingénieurs devraient diriger leur sérieuse attention sur ce point.

Je ne dirai pas que nous en avons eu des cas en Angleterre, mais j'en ai rencontré aux Indes, où les ponts eux-mêmes étaient très amplement résistants et où nous avons eu beaucoup de difficultés avec les poutres transversales et les longerons, parce que, lorsque ces ponts avaient été calculés il y a quelque quinze ou vingt ans, bien que les poutres transversales et les longerons satisfissent aux règles pour les charges mobiles ordinaires, ils ne donnaient pas une marge suffisante pour résister convenablement à l'effet de choc causé par la marche rapide du train sur la plate-forme du pont.

Mr. le major général Hutchinson, Board of Trade, Grande-Bretagne. — Je désire faire une observation relativement à ce que sir Douglas Fox vient de dire.

On éprouve un pont en formant un train non à l'aide des machines les plus lourdes circulant dans le pays comme il vient de le dire, mais à l'aide des machines

pouvant être appelées à passer sur la ligne, car dans certains cas nous avons des lignes isolés où les machines les plus lourdes du pays ne pourraient être amenées.

C'est ce qui a lieu notamment dans le cas de petites lignes, où il serait excessif d'exiger que les ponts fussent en état de supporter des machines qu'il ne serait pas vraisemblable d'y voir amener. Je désirais uniquement attirer l'attention sur ce point.

Mr. de Kounitsky, Ministère des voies de communication, Russie. — Je reste, quant à moi, malgré ce qui a été dit, partisan du train-type, parce qu'il représente une surcharge invariable quels que soient le système et la longueur des ponts.

Si nous prenons la même échelle pour différents systèmes des ponts, nous aurons pour quelques systèmes une surcharge fictive (uniformement répartie) produisant un effet plus grand que la surcharge réelle (concentrée); pour d'autres systèmes, ce sera le contraire.

Beaucoup d'ingénieurs sont d'avis qu'il faudrait avoir pour chaque système de pont une échelle spéciale.

Mr. Bell. (En anglais.) — J'ai écouté avec beaucoup d'attention et beaucoup de profit, j'espère, le rapport et les discussions auxquelles il a donné lieu et je désire vous présenter une proposition.

Je pense qu'il est fort regrettable qu'une question aussi importante, traitée avec tant de science et d'expérience par notre rapporteur, ait été soumise à un grand nombre de spécialistes trop tardivement pour leur permettre de formuler convenablement les amendements qu'ils jugent désirables. En ce qui me concerne, je viens seulement, pour ainsi dire, d'avoir un aperçu de la tendance du rapport. Il y a beaucoup de points qui me paraissent encore fort obscurs. Je déduis, par exemple, de la comparaison de l'effet d'un poids sur son ressort que Mr. von Leber estime que le pont du Forth, qui supporte un poids mort immense, doit avoir une résistance unitaire plus stricte à cause de son poids mort qu'un pont qui a une prépondérance de charge vive. Il y a beaucoup d'autres points qu'il est inutile d'approfondir. Nous discutons en ce moment la préférence que quelques-uns ont pour le train-type et d'autres pour des surcharges uniformes.

Je ne pense pas que dans les résolutions que le rapporteur nous a proposées il y en ait une seule qui rencontre un accord assez parfait pour qu'il convienne à la section de l'exprimer. Je prends donc la liberté de demander s'il ne serait pas préférable d'exprimer nos remerciements au rapporteur pour l'excellent travail qu'il a déjà produit sur la question. Mais comme il nous a dit qu'il doit encore recevoir de nouveaux renseignements qu'il n'a pu utiliser dans son rapport, demandons-lui de se charger encore du même sujet pour une prochaine session du Congrès et exprimons-lui, je le répète, nos remerciements sans prendre de décision qui lierait le Congrès peut-être pour un siècle. J'espère vous avoir bien expliqué que je ne désire pas repousser les excellentes propositions de Mr. von Leber, mais je ne pense pas qu'elles soient assez mûres pour que nous puissions en critiquer les détails.

Mr. le Président. (En anglais.) — Quand avez-vous reçu le rapport?

Mr. Bell. (En anglais.) — Lundi dernier, au matin.

Mr. le Président. (En anglais.) — Cette proposition est une proposition d'ajournement; il n'y a pas de discussion, il s'agit seulement de voter.

— La proposition de Mr. Bell est mise aux voix et adoptée.

Mr. le Président. — J'invite les membres qui s'intéressent à cette question à faire connaître par écrit leurs observations et propositions. Celles-ci seront imprimées en annexe au rapport de Mr. von Leber. De cette façon, pour la prochaine session, la discussion sera parfaitement préparée et délimitée et l'on pourra peut-être ainsi arriver à une solution complète.

Messrs. Petsche et Brière m'ont fait parvenir une note disant qu'ils adhèrent à toutes les conclusions du remarquable rapport de Mr. von Leber et notamment à la résolution proposée pour la question IV-B. Ils demandent seulement d'y ajouter ce qui suit :

« Des expériences sur la manière dont les ponts anciens se comportent peuvent donner lieu à des constatations intéressantes, qui compléteront les indications du calcul, et il y aura lieu d'en tenir grand compte avant de procéder à des consolidations ou à des reconstructions onéreuses. »

Nous ne pouvons, en présence de la décision qui vient d'être prise, que prendre acte de cette proposition.

Mr. Simon, Ministère du Waterstaat, du Commerce et de l'Industrie, Pays-Bas. — J'ai l'honneur de faire connaître à la section, que je viens de remettre à Mr. von Leber une note d'observations et de renseignements sur la nouvelle méthode relative aux épreuves périodiques des grands ponts aux Pays-Bas.

Je vous demande, messieurs, de vouloir bien décider que cette note sera imprimée et jointe au travail de M. le rapporteur.

Mr. le Président. — Il en sera ainsi.

Messieurs, nous voici arrivés au terme de nos travaux en section.

L'espoir que j'ai exprimé au commencement de notre première réunion s'est realisé aussi complètement que possible et je puis dire hautement que nos discussions — sinon nos conclusions — auront un effet utile sur les développements des voies et travaux de chemins de fer.

Si nous avons si bien réussi, nous le devons en premier lieu aux rapports si parfaits que Messrs. les rapporteurs ont bien voulu nous fournir et c'est avec le plus grand plaisir que je félicite Messrs. Ast, Hunt, Sabouret, Zanotta et von Leber. (*Applaudissements.*)

Ensuite, je dois remercier de tout mon cœur le secrétaire principal, Mr. Debray, pour les grands services qu'il nous a rendus, en consacrant à nos travaux tout son

temps et son savoir si précieux. (*Applaudissements.*) Messrs. les secrétaires-rapporteurs ont rempli de leur mieux les délicates fonctions auxquelles ils avaient été appelés, en traduisant au fur et à mesure toutes les communications; nous les remercions sincèrement de leur zèle. (*Applaudissements.*)

Et maintenant, messieurs, je m'adresse à vous tous pour vous remercier des sentiments d'amitié que vous avez bien voulu me témoigner et je vous dis non pas adieu, mais au revoir, à la prochaine session du Congrès. (*Applaudissements.*)

Mr. Bell. (En anglais.) — Il est une coutume anglaise à laquelle il m'est extrêmement agréable d'obéir en cette circonstance, c'est de vous demander avant de nous séparer — et comme l'heure est avancée, je ne justifierai pas ma demande par de longs développements — de voter des remerciements cordiaux à notre président pour son inaltérable courtoisie et pour la manière parfaite dont il a conduit nos discussions. Je propose les remerciements de toute la section à notre président. (*Acclamations.*)

Mr. le Président. (En anglais.) — Messieurs, je vous remercie une fois de plus.

— La séance est levée à midi.

DISCUSSION EN SÉANCE PLÉNIÈRE

Séance du 8 juillet 1895, à 2 heures.

PRÉSIDENCE DE LORD STALBRIDGE

Mr. le Président. — La parole est à M. Debray, secrétaire de la 1re section, pour donner lecture du texte français du rapport de section; Mr. Robinson, secrétaire-rapporteur, donnera ensuite lecture de la traduction anglaise.

Mr. Debray. —

Rapport de la 1re section.

Le rapporteur résume son rapport et donne lecture des projets de résolutions qui le terminent :

« LITTÉRA *A*.

« 1. — Les quantités de fer employées ou à employer pour la construction des ponts métalliques de chemins de fer sont extrêmement variables, abstraction faite des conditions de portée et de hauteur imposées à l'ingénieur par les circonstances locales.

« Pour des ponts de même portée, la quantité de métal par mètre de voie varie souvent du simple au double, suivant les surcharges prescrites, suivant les limites de travail intérieur assignées aux diverses pièces, suivant le système de construction adopté et surtout suivant l'ingénieur qui dresse les projets.

« Aussi les formules générales souvent proposées sur la base de considérations très logiques, pour estimer d'avance le poids d'un

Mr. Robinson. —

The reporter summarized his report and read the conclusions which occur at the end of his report.

« LITTERA *A*.

« 1. — The quantities of iron used, or to be used, for the construction of iron bridges are extremely variable, even apart from the conditions of span and height imposed on the engineer by local circumstances.

« For bridges of the same span the quantity of metal per foot of track varies so much that sometimes twice as much is required in the one case as in the other, according to the prescribed loads, the limits of internal working strain assigned to the various parts, the system of construction adopted and particularly according to the engineer who draws up the designs.

« Further the general formulae that are frequently submitted on the basis of very logical considerations for the purpose of cal-

pont, sont presque toujours en défaut. Il est bien préférable de faire le relevé des poids d'un grand nombre de ponts construits et de procéder par voie de comparaison.

« Les tableaux dressés par le rapporteur pourront, à cet effet, rendre des services utiles. Toutefois, la comparaison la plus efficace pour chaque ingénieur est celle qui résulte de ses propres projets :

« 2. — Les surcharges prescrites, quant au matériel roulant, ont une importance majeure pour les ponts de faible portée, où elles priment absolument sur les poids morts et les effets du vent. C'est l'inverse pour les ponts de grande portée, et lorsque celle-ci atteint 100 mètres, sûrement lorsqu'elle dépasse 120 mètres, ce sont les deux derniers effets qui jouent le rôle le plus important dans les calculs de résistance, lesquels, pour des portées exceptionnelles, affectent une forme souvent inattendue.

« Ainsi pour les grandes arches du Frith of Forth, avec 521 mètres de portée, nos illustres collègues sir John Fowler et sir Benjamin Baker, qui en ont dressé les projets, relatent que la surcharge fournie par deux trains lourds n'excède pas 5 p. c. du poids mort :

« 3. — On doit recommander de faire, sinon pour chaque pays, du moins pour chaque grand réseau de chemins de fer, une étude sérieuse des effets de surcharge provoqués par le matériel roulant en circulation, pour en déduire les prescriptions de surcharges concernant les ponts métalliques à construire ou déjà construits.

« On peut émettre ces prescriptions, soit sous la forme de trains-types de surcharge, soit sous la forme de deux échelles de charges uniformément réparties par mètre de voie, concernant, l'une, les moments de flexion, l'autre, les efforts tranchants et convenant ensemble pour tous les ponts usuels, pourvu que l'on y prenne toujours comme entrée la longueur de voie surchargée.

culating beforehand the weight of a bridge are almost always defective. It is much better to prepare a statement of weights of a large number of bridges in existence and to proceed by way of comparison.

« The tables drawn up by the author may render useful service for this purpose. Nevertheless, the most useful comparison each engineer can make is that which is the outcome of his own designs.

« 2. — The loads prescribed, as regards rolling stock, are of great importance for bridges of small span in which such loads are of far greater importance that the dead loads and wind pressure. On the contrary, in the case of bridges of large span of about 330 feet (100 metres), and certainly when the span exceeds 390 feet (120 metres), the two last influences play the most important part in the calculation of resistances, and in the case of very large spans they often assume an unexpected proportion.

« Thus, in the great arches of the Forth Bridge with 1,710 feet (521 metres) of span, our illustrious colleagues, Sir John Fowler and Sir Benjamin Baker, the authors of the design, state that the load of two heavy trains does not exceed 5 p. c. of the dead weight.

« 3. — It is very desirable, if not in every country at least in every great railway system, that the effects of the load produced by the rolling stock in use should be carefully studied, in order to deduce therefrom the rules for loads applicable to iron bridges, either already constructed or about to be erected.

« These rules might be issued either in the form of typical train loads or in the form of two scales of loads uniformly distributed per metre per foot of track, the one referring to the bending strains and the other to the shearing strains, both being applicable to all ordinary bridges, provided that the length of track loaded is always taken as a basis.

« Dans le premier système, il est recommandable de considérer toujours au moins deux trains-types représentant les deux extrêmes du trafic ; à savoir : un train à grande vitesse avec les plus grandes charges d'essieu, la plus lourde locomotive, le plus lourd tender et une suite convenable de voitures, puis un train de marchandises avec une locomotive à essieux lourds, nombreux et peu écartés, un tender suffisant, et une longue suite de wagons de la plus lourde espèce. On admettra naturellement les plus grands effets de surcharge résultant de l'un ou l'autre de ces trains, supposés placés dans les positions les plus défavorables.

« Le deuxième système est celui auquel les ingénieurs auront le plus souvent recours pour effectuer les calculs courants, même si les charges mobiles ont été prescrites sous forme de trains-types. Au lieu de recommencer pour chaque projet de pont l'étude de ces trains, ou même d'introduire ceux-ci effectivement dans les calculs de résistance, il est bien plus avantageux *de faire cette étude une fois pour toutes,* et d'établir les échelles de surcharges uniformes équivalentes, qu'on pourra ensuite appliquer immédiatement à toutes les portées ou longueurs surchargées, sans aucune étude nouvelle.

« Des progrès importants ont été réalisés dans ce genre de calculs, surtout en y introduisant le principe des longueurs surchargées servant d'entrée aux échelles de surcharges, et en étendant l'usage de celles-ci aux calculs des poutres transversales et de longerons.

« 4. — Le Congrès constate que depuis une dizaine d'années le poids des locomotives, tenders et wagons, a notablement augmenté dans presque toute l'Europe et surtout aux États-Unis d'Amérique. Le rapporteur a soumis au Congrès un projet complet de prescriptions de surcharges, qui suffiraient pour tenir compte actuellement des trains les plus lourds circulant sur les grandes lignes les plus fatiguées, tant en Europe qu'aux États-

« In the former system it is always desirable to consider at least two typical trains representing the two extremes of the traffic, that is to say, an express train with the heaviest axle loads, the heaviest engine and the heaviest tender and a proportionate train of carriages, and then a goods train with engine having heavily loaded and numerous axles close together, an ample tender and a long train of wagons or trucks of the heaviest kind. We should, of course, admit the maximum effects of the load resulting from either of these trains if we assume them to be placed in the most unfavourable positions.

« The latter system is one to which engineers will most frequently have recourse in order to work out current calculations, even when the moving loads have been prescribed under the form of typical trains. Instead of recommencing the study of these trains for each plan or even of introducing them effectively into the calculations of resistance, *it is much more advantageous to make this calculation once for all*, and to prepare the scales of uniform equivalent loads which may afterwards be at once applied to all spans or lengths loaded without having to make a fresh calculation.

« Important progress has been effected in this kind of calculation more particularly by the introduction of the principle of « the length loaded » serving as a basis for the scale of loads, and by extending the use thereof to the calculations of transverse girders and longitudinal stringers.

« 4. — The Congress is aware that during the last ten years the weights of locomotives, tenders and wagons have materially increased throughout almost the whole of Europe and especially in the United States of America. The author has submitted to the Congress a complete plan of load regulations which would suffice to meet the requirements of the heaviest trains now running on the largest lines where the traffic is greatest both in

Unis d'Amérique. Il distingue deux groupes de lignes où circulent *des trains extra-lourds* ou bien seulement *des trains lourds,* et présente pour les deux cas ses prescriptions, soit sous la forme de trains-types, soit sous celle d'échelles de charges uniformes équivalentes. En comparant ces échelles aux prescriptions publiées dernièrement dans divers pays, on reconnaît qu'elles ne paraissent pas exagérées, et que même pour *les trains extra-lourds* elles ont déjà été dépassées. Il paraît désirable que sur les grandes lignes internationales la voie et les ponts aient une résistance suffisante pour *les trains lourds,* en y supposant la charge d'essieu maximum au moins comprise entre 14 et 15 tonnes (1).

« 5. — Le Congrès constate que l'emploi du fer fondu pour les ponts métalliques se répand de plus en plus, tandis que l'emploi du fer soudé devient plus rare. On est généralement d'accord maintenant quant aux qualités de dureté du fer fondu à préconiser pour les ponts métalliques; celui-ci doit avoir environ 25 p c. d'allongement pour une limite de rupture d'au moins 40 kilogrammes par millimètre carré. Toutefois, pour des ponts de portée exceptionnelle, on recherchera un métal plus dur, quitte à surveiller de plus près la fabrication, les fournitures et le montage.

« Dans le premier cas, qui est celui des ouvrages courants, on pourra, comme pour le fer soudé, admettre des limites de travail de 6 à 9 kilogrammes par millimètre carré pour le métal, tandis que pour des maîtresses poutres exceptionnellement grandes on pourra

(1) Ceci reste d'accord avec le vote du Congrès dans sa quatrième session à Saint-Pétersbourg, en 1892, vote admettant deux véhicules ayant chacun quatre essieux de 14 tonnes avec 1m20 d'écartement. Il y faudrait ajouter seulement que l'empattement total à considérer doit être de 4m80 environ et supposer les deux locomotives placées tête à tête.

Europe and also in the United States. He distinguishes between two groups of lines on which *extra-heavy trains* run or simply *heavy trains,* and for the two cases he submits his regulations either under the form of typical trains or under the form of scales of uniformly distributed loads. By comparing these scales with the regulations recently published in various countries, it will be seen that they are not exaggerated, and that even as regards *extra-heavy trains* they have already been exceeded by recent specifications. It would seem desirable that the permanent way and the bridges on large international lines should be of sufficient resistance for *heavy trains* by assuming the maximum axle load at any rate to be at least between 14 and 15 tons (1).

« 5. — The Congress is of opinion that the use of ingot iron (or mild steel) for bridges is greatly extending, whereas the use of weld iron (or wrought iron) is becoming more rare. Engineers are generally agreed now as regards the qualities and hardness of the steel to be recommended for bridges; it should have about 25 p. c. elongation with an ultimate tensile strain of at least 56,900 lbs per square inch (40 kilograms per square millimetre). However, in the case of bridges of exceptional span a harder metal should be sought, according to the greater care taken in the manufacture, the selection of the materials used, and the method of erection.

« In the former case, that is for ordinary work, we might admit, as in the case of weld iron, the limits of working strain to be from 8,500 to 12,800 lbs per square inch (6 to 9 kilograms per square millimetre), whereas for exceptionally large main girders these

(1) This is in accordance with the vote passed by the Congress at the 4th Session at St. Petersburg in 1892, which vote embodies vehicles each with 4 axles of 14 tons separated by a distance of 4 feet (1·20 metres). It should merely be added that the total wheel-base to be taken into consideration is about 16 feet (4·80 metres), and the two locomotives should be taken as placed head to head.

élever ces limites de 8 à 12 kilogrammes par millimètre carré, avec $^1/_8$ environ en plus pour les effets du vent. Il est recommandable dans tous les cas que le travail admis ne dépasse jamais la moitié de la limite d'élasticité du métal qu'on emploie; dans le cas d'efforts alternés, il convient même de réduire encore quelque peu cette limite;

« 6. — Quant à l'action du vent sur les ponts, on est d'accord presque partout pour se rallier aux coefficients fixés par les ingénieurs en Angleterre vers 1881 (1).

« Toutefois, les ingénieurs du continent dans les deux mondes ont adouci quelque peu ces règles en admettant que la pression de 170 kilogrammes par mètre carré suffit en tant que les trains sont encore en circulation, tandis que par un vent de 270 kilogrammes par mètre carré le service est forcément interrompu.

« 7. — Pour des ponts convenablement construits, conformément aux conditions citées plus haut, il semble résulter du travail de recensement du rapporteur, concernant les poids de plus d'un millier de constructions citées par les Administrations, que les quantités de métal à investir dans les ponts seraient environ les suivantes (2) :

limits may be increased to from 11,400 to 17,100 lbs per square inch (8 to 12 kilograms per square millimetre) with about one-eighth more for wind pressure. It is desirable in all cases that the working strains allowed should never exceed half the limit of elasticity of the metal used; in the case of alternating strains it is even well to slightly reduce this limit still further.

« 6. — As to the action of the wind on bridges it is almost universally agreed to adopt the co-efficients specified by English engineers in 1881 (1).

« However, continental engineers in both hemispheres have somewhat modified these regulations by admitting that a pressure of 35 lbs per square foot (170 kilograms per square metre) is sufficient so long as trains are able to run, whereas the traffic would of necessity be interrupted by a wind pressure equal to 55 lbs per square foot (270 kilograms per square metre).

« 7. — As regards bridges constructed in accordance with the conditions laid down above, it appears, from the investigations of the author which cover the weights of more than 1,000 structures supplied by the railway departments, that the quantities of metal to be used in bridges are approximately as follows (2) :—

Portées (Spans).		0 m. (0')	10 m. (33')	50 m. (164')	100 m. (328')	200 m. (656')	300 m. (984')	400 m. (1312')	500 m. (1646')
		Tonnes. (Tons.)	Tonnes. (Tons.)	Tonnes. (Tons.)	Tonnes. (Tons.)	Tonnes. (Tons.)	Tonnes. (Tons.)	Tonnes. (Tons.)	Tonnes. (Tons.)
Poids par mètre de voie. (Weight per metre of track.)	Minimum	0·2	0·6	1·7	3·0	5·6	8·2	10·8	13·5
	Moyenne. (Medium.)	0·35	1·0	2·6	4·3	7·3	10·1	12·8	15·5
	Maximum	0·5	1·4	3·5	5·6	9·0	12·0	14·8	17·5

« Toutefois, les poids indiqués ne peuvent être considérés comme justifiés par la pratique

(1) *Report of the committee appointed to consider the question of wind pressure on railway structures.* London, 1881. Eyre and Spottiswoode.

(2) Cette échelle admet, pour des portées intermédiaires, l'interpolation usuelle rectiligne. Les poids cités ne comprennent pas la voie et le platelage de bois.

« The weights indicated, however, cannot be regarded as justified by present practice

(1) *Report of the committee appointed to consider the question of wind pressure on railway structures.* London, 1881. Eyre and Spottiswoode.

(2) This scale admits of the usual rectilinear interpolation for intermediate spans. The weights named do not include the permanent way and the timber flooring.

actuelle, que jusqu'à des portées de 200 mètres environ, faute d'un nombre suffisant d'exemples de ponts ayant des portées plus grandes.

« 8. — Enfin, le Congrès estime qu'il serait utile d'étudier, dans chaque pays, si les charges croissantes imposées aux services de la voie et de l'infrastructure, par les véhicules de plus en plus lourds mis en circulation par le service de la traction, sont bien justifiées par les bénéfices qui en résultent.

« Cette étude concerne surtout la voie et les ponts métalliques de portée moyenne dont la reconstruction en cours d'exploitation occasionne des dérangements et frais considérables. Pour les ponts métalliques de faible portée, les remplacements s'effectuent facilement par lancement latéral entre le passage de deux trains. Pour les travées métalliques de très grande portée, les reconstructions ou remplacements ne s'effectuent presque jamais (Conway, Britannia, Saltash), vu le rôle peu important qu'y jouent les charges mobiles. Mais pour tous les ouvrages compris entre ces extrêmes ainsi que pour la voie, l'étude dont il s'agit conserve une grande importance.

« LITTÈRA *B*.

« Les surcharges d'épreuve initiales et périodiques, usitées dans presque tous les pays pour les ponts métalliques de chemins de fer, sont indispensables; elles constituent une garantie de sécurité que l'on doit au public des voyageurs et au personnel de service.

« Toutefois, les résultats favorables fournis par ces épreuves ne constituent qu'une indication pour les ingénieurs; ils ne dispensent en aucune façon du service détaillé de surveillance et d'entretien concernant toutes les parties composantes de chaque construction. »

Deux longues séances ont été consacrées par la section à la discussion du rapport; plusieurs

except up to spans of 660 feet (200 metres) or thereabouts owing to want of a sufficient number of examples of bridges of larger span.

« 8. — Lastly, the Congress considers that it would be useful to study in the various countries whether the increasing loads imposed on the permanent way by the ever-increasing weight of rolling stock are properly warranted by the advantages which they confer.

« This investigation applies particularly to the permanent way and the iron bridges of a medium span the reconstruction of which, while the line is still being worked, gives rise to much inconvenience and to considerable expenditure. As regards iron bridges of small span, their renewal can easily be effected by pushing them on from the side in the interval during the passage of two trains. As regards iron structures of very long spans, reconstructions or renewals can hardly ever be carried out (Conway, Britannia, Saltash) on account of the unimportant part which the moving loads play in them. But as regards all kinds of structures comprised between these extremes and also as regards the permanent way, the investigations in question are of considerable importance.

« LITTERA *B*.

« That the initial and periodical test loads applied in almost all countries to iron railway bridges are indispensable; they constitute a guarantee of safety to which the travelling public and the railway staff are entitled.

« Nevertheless, the favourable results furnished by these tests do not alone suffice for careful inspection and the guidance of the engineers. They do not in any way supersede the necessity for careful inspection and maintenance of all the component parts of each structure. »

The section discussed this report at great length during two long sittings when

membres, notamment Messrs. Belelubsky, Moïse (Ouest français), Schüle (Suisse), Robertson (East Indian Railway), Bell (Indes anglaises), de Kounitsky (Gouvernement russe), Étienne (Paris-Lyon-Méditerranée, sir Douglas Fox (Manchester, Sheffield and Lincolnshire Railway), général Hutchinson (Ministère du commerce, Grande-Bretagne), Brière (Paris-Orléans), Petsche (Est français), ont présenté de nombreuses et importantes observations, beaucoup moins pour contredire au rapport de Mr. von Leber et en attaquer les conclusions, que pour fournir des renseignements complémentaires et affirmer le haut intérêt de la question. Les propositions présentées par le rapporteur sous les numéros 1° et 2° du littéra *A*, ont été votées par la section avec quelques légères modifications acceptées par le rapporteur. (Voir ci-après.)

La proposition n° 3 du même littéra a donné lieu à une assez vive discussion, quelques membres rentrant, à ce sujet, dans la discussion générale.

Mr. de Kounitsky a proposé de conserver au 3° exclusivement les indications concernant les trains-types. Il est d'avis que chaque indication tendant à recommander l'emploi général des surcharges distribuées équivalentes semblerait condamner à tort les méthodes graphiques utilisant les charges réelles (concentrées, isolées).

Finalement, Mr. Bell a émis l'avis qu'en raison de l'époque tardive à laquelle le rapport de Mr. von Leber, et spécialement sa traduction anglaise, avait été distribué, les membres de la section n'avaient pas eu le temps suffisant pour l'étudier avec tout le soin qu'il mérite pour recueillir et coordonner les renseignements complémentaires qu'il y aurait lieu de présenter à la section, pour rédiger, le cas échéant, de nouvelles conclusions, qui, en pareille matière, ne peuvent être improvisées en séance et doivent être longuement travaillées à tête reposée.

Après avoir voté les félicitations les plus

Messrs. Belelubsky, Moïse (Western Railway of France), Schüle (Switzerland), Robertson (East Indian Railway), Bell (Indian Government), Étienne (Paris-Lyons Railway), Sir Douglas Fox (Manchester, Sheffield and Lincolnshire Railway), de Kounitsky (Russian Government), General Hutchinson (Board of Trade), Brière (Orléans Railway), Petsche (Eastern Railway of France) made many important observations, more by way of furnishing supplementary information and emphasising the importance of the subject than of traversing the conclusions presented in the report. The conclusions formulated by the reporter under heads I and II of littera *A* were adopted by the section with one or two slight modifications which were accepted by the reporter. (See below.)

Conclusion No. 3 of the author's paper gave rise to an animated discussion, some members returning to the general discussion of the subject.

Mr. de Kounitsky suggested that in No. 3 only the statements referring to typical trains should be maintained. He expressed the opinion that a tendency to recommend the general use of uniformly distributed loads would wrongly appear to condemn graphical methods which employ actual (concentrated) loads.

Finally Mr. Bell expressed the opinion that, considering the late date at which the author's paper and especially the English edition of it had been distributed to the members, it did not leave the members sufficient time to carefully study the subject with the attention that it merited, or to collect and present supplementary information to the section, or, if necessary, to present further conclusions which could not be formulated during brief discussions, but must be carefully and thoughtfully considered at leisure.

After proposing a sincere vote of thanks

sincères à l'éminent rapporteur, Mr. von Leber, pour son admirable travail, — une des œuvres les plus remarquables présentées au Congrès, — Mr. Bell propose de maintenir la question à l'ordre du jour des travaux du Congrès en invitant les membres qui s'y intéressent à faire connaître par écrit leurs observations et propositions, qui seraient imprimées en annexe au rapport de Mr. von Leber; de cette façon, lors de la prochaine session, la discussion serait parfaitement préparée et délimitée, et l'on pourrait peut-être arriver, dans le court espace de temps dont on dispose, à une solution complète.

Cette proposition de Mr. Bell est adoptée par la 1re section.

Après ce vote, Mr Simon (Pays-Bas) annonce qu'il a déjà remis à Mr. von Leber une note d'observations et des renseignements sur la nouvelle méthode relative aux épreuves périodiques des grands ponts aux Pays-Bas. Plusieurs membres annoncent qu'ils suivront le conseil de M. Bell et l'exemple de Mr. Simon.

to the author for his admirable paper — one of the most remarkable presented to the Congress — Mr. Bell suggested keeping the question open for discussion at the next Congress, and inviting members interested in the matter to send in their remarks to be published as an appendix to Mr. von Leber's paper, in order that at the next session of the Congress the material for discussion should be well prepared and defined, and a definite decision could then be arrived at in the short time available for discussion.

The proposition of Mr. Bell was adopted by the 1st Section.

After this vote, Mr. Simon (Holland) announced that he had handed to Mr. von Leber a note containing observations and data referring to the new method of periodical tests for large bridges in Holland. Several members said that they would follow the advice of Mr. Bell and the example of Mr. Simon.

CONCLUSIONS.

« 1. — Les quantités de fer employées ou à « employer pour la construction des ponts « métalliques de chemins de fer sont extrêmement variables, abstraction faite des conditions de portée et de hauteur imposées à « l'ingénieur par les conditions locales.

« Pour des ponts de même portée, la quantité de métal par mètre de voie varie souvent du simple au double, suivant les surcharges prescrites, suivant les limites de « travail intérieur assignées aux diverses « pièces, suivant le système de construction « adopté et surtout suivant l'ingénieur qui « dresse les projets.

« Les formules générales souvent proposées « sur la base de considérations très logiques, « pour estimer d'avance le poids d'un pont, ne « sont applicables que pour des projets con-

« 1. — The quantities of iron used, or to « be used, for the construction of iron bridges « are extremely variable, even apart from « the conditions of span and height imposed « on the engineer by local circumstances.

« For bridges of the same span the quantity of metal per foot of track varies so « much that sometimes twice as much is « required in the one case as in the other, « according to the prescribed loads, the « limits of internal working strain assigned « to the various parts, the system of construction adopted, and particularly according to the engineer who draws up the « design.

« The general formulae, frequently submitted on the basis of very logical considerations for the purpose of calculating « beforehand the weight of a bridge, are

« cernant un pays ou une compagnie de che-
« mins de fer. Il est préférable de faire le
« relevé des poids d'un grand nombre de
« ponts construits et de procéder par voie de
« comparaison, par approximations succes-
« sives.

« Les tableaux dressés par le rapporteur
« pourront, à cet effet, rendre des services
« utiles.

« 2 — Les surcharges prescrites, quant
« au matériel roulant, ont une importance
« majeure pour les ponts de faible portée,
« où elles priment absolument sur les poids
« morts et les effets du vent. C'est l'inverse
« pour les ponts de grande portée et lorsque
« celle-ci atteint 100 mètres, sûrement lors-
« qu'elle dépasse 120 mètres, ce sont les
« deux derniers effets qui jouent le rôle le
« plus important dans les calculs de résis-
« tance, lesquels, pour des portées exception-
« nelles, affectent une forme souvent inat-
« tendue.

« Ainsi pour les grandes travées du pont
« sur le Forth avec 521 mètres de portée, les
« illustres ingénieurs sir John Fowler et
« sir Benjamin Baker, qui en ont dressé les
« projets, relatent que la surcharge fournie
« par deux trains lourds n'excède pas 5 p. c.
« du poids mort. »

« only applicable for designs of bridges
« drawn up for the same country or by the
« same railway company. It is more desi-
« rable to prepare a statement of weights of
« a large number of bridges, and to proceed
« by way of comparison or by way of " trial
« and error ».

« The tables drawn up by the author might
« render useful service for this purpose.

« 2. — The loads prescribed as regards
« rolling stock are of great importance for
« bridges of small spans, in which these
« loads are of far greater moment than dead
« loads and wind pressure. On the contrary,
« in the case of bridges of large span of about
« 330 feet (100 metres) and certainly when
« the span exceeds 390 feet (120 metres), the
« two last influences play the most important
« part in the calculation of resistances,
« which, in the case of large spans, often
« assumes an unexpected magnitude.

« Thus in the great spans of the Forth
« Bridge with 1,710 feet (521 metres) span,
« the illustrious engineers, Sir John Fowler
« and Sir Benjamin Baker, the authors of the
« design, state that the load of two heavy
« coal trains does not exceed 5 p. c. of the
« dead weight. »

— Ces conclusions sont ratifiées par l'assemblée plénière, laquelle, sur la proposition de Mr. Kounitsky, a changé la rédaction du deuxième alinéa du 2°, en remplaçant les mots « arches du Firth of Forth » qui s'y trouvaient précédemment, par les mots « travées du pont sur le Forth ».

ANNEXES

ANNEXE I.

Note sur les ponts métalliques

Par Mr. SIMON
MEMBRE DU CONSEIL DE SURVEILLANCE DES CHEMINS DE FER DANS LES PAYS-BAS

Dans les Pays-Bas, l'État surveille, concurremment avec les Compagnies de chemins de fer la solidité des grands ponts.

Les Compagnies exécutent tous les travaux d'entretien des ponts, comprenant notamment l'enlèvement de la rouille et la peinture des pièces métalliques, le remplacement des rivets qui ont pris du jeu, tandis que l'État se charge des épreuves à faire pour vérifier la solidité de la construction métallique.

Des épreuves fort complètes, faites sur la plupart de nos ponts après leur construction, ont fourni quelques données servant à déterminer le meilleur mode d'expérience.

On n'a pas tardé à reconnaître que pour vérifier la solidité d'un pont, il ne suffit pas de se borner à en mesurer la flexion, le pont étant soumis à une charge quelconque. Cette opération est du reste très difficile à effectuer pendant l'exploitation et ses résultats méritent conséquemment peu de confiance. S'il a été commis dans le calcul ou dans l'exécution une erreur assez grave pour provoquer l'écroulement de toute la construction dans un temps très rapproché, mais que cette erreur n'existe que pour un point déterminé, elle pourra n'exercer, sur la déformation totale, qu'une influence assez insignifiante pour que la mesure de la flexion ne l'accuse pas.

La théorie ne donnant pas de procédés exacts pour le calcul des tensions dues aux chocs et la pratique entraînant un grand nombre de fautes inévitables, qu'on ne saurait faire entrer dans les calculs, on a donc reconnu qu'il vaut mieux vérifier la construction par un examen détaillé de toutes les pièces métalliques que de répéter les calculs se rapportant aux charges plus considérables adoptées dans ces derniers temps.

Pour faire ces recherches, l'État dispose de quatre-vingts appareils de Manet, instruments connus, servant à mesurer les variations de longueur des pièces métalliques, dues à la tension qu'elles subissent sous l'influence de la surcharge.

Ces variations étant presque imperceptibles, le but de ces instruments est de les amplifier par l'intermédiaire d'un engrenage mettant en mouvement une aiguille.

Les instruments sont munis de griffes destinées à les fixer aux pièces métalliques; les deux points d'appui sont réunis non par une tige fixe, mais par une bande plate et mince, enroulée autour d'une petite roue, placée sur une des griffes, ce qui permet de les fixer à une distance quelconque l'une de l'autre (fig. 1 à 6).

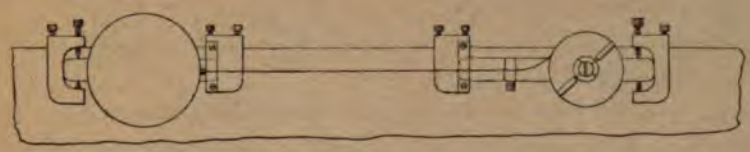


Fig. 1.

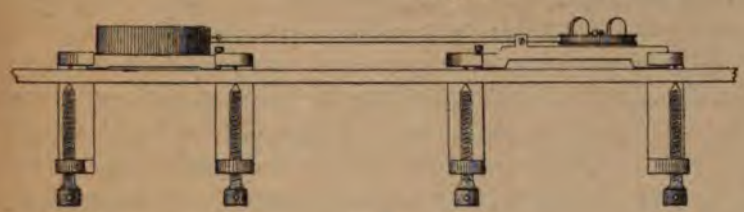


Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 1-3. — *Griffes pour fixer les appareils Manet (première disposition).*

Fig. 5

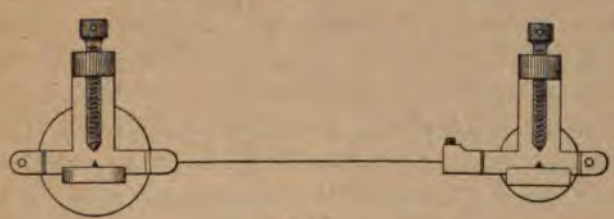


Fig. 4.

Fig. 6.

Fig. 4-6. — *Griffes pour fixer les appareils Manet (seconde disposition).*

Cette disposition permet de les placer tout près des assemblages, qui, travaillant non seulement par traction, mais aussi par flexion à cause de leur rigidité, ont à subir une tension très élevée.

La disposition est telle que les griffes peuvent être fixées et enlevées très rapidement, ce qui rend possible l'exécution d'un grand nombre d'épreuves en peu de temps. Ainsi, le total des instruments appliqués pendant le passage d'un seul train atteint généralement trente.

Un enregistrement très simple et très efficace indique les écarts de l'aiguille pendant le passage des trains.

L'emploi de ces instruments a donné des résultats intéressants, relativement aux tensions dépassant la valeur théorique et aussi à d'autres tensions, dont la théorie ne s'occupe

guère. Ainsi, on a reconnu que dans les contreventements, qui ne sont pas soumis à l'influence du vent, il se développe une tension très notable pendant le passage des trains.

Ces instruments, généralement suffisants pour reconnaître si la tension observée ne dépasse pas les limites, n'ont pas la précision nécessaire pour étudier à fond quelque détail douteux.

Pour atteindre ce but, on a construit un appareil permettant d'évaluer les variations à l'aide seulement d'un microscope (fig. 7).

Deux griffes, fixées à la pièce métallique, sont réunies par un tube en cuivre, dont l'une des extrémités est maintenue par la première griffe et dont l'autre peut glisser dans un trou pratiqué dans la seconde griffe.

Deux lames très minces de section triangulaire, glissant chacune, parallèlement au tube, dans une ouverture de la seconde griffe, sont mues tour à tour par deux gonds fixés au tube, de sorte qu'un glissement de celui-ci dans l'une ou l'autre direction produit un déplacement de l'une ou de l'autre lame. Sur ces lames et cette griffe sont tracées des lignes transversales, dont la distance variable se mesure au microscope : celui-ci comprend deux fils parallèles et une vis micrométrique dans l'oculaire. La lecture de la vis micrométrique donne le glissement des aiguilles.

On constate généralement que les assemblages sont la partie la plus faible de la construction métallique. Les recherches sur le glissement des assemblages aux rivets de MM. Considère et Dupuy, en France, et de M. Bach, en Allemagne, de même que celles que nous avons entreprises, nous ont démontré qu'un glissement notable se produit à une tension très peu élevée dans les assemblages rivés à la main. Donc, il n'est pas sans intérêt de savoir quelle est la limite de glissement atteinte par les assemblages dans les constructions métalliques.

Si ce glissement est notable, les rivets se relâchent et une ligne de rouille autour de leurs têtes trahit l'état défectueux de l'assemblage. Il est donc important de rechercher jusqu'à quel degré peut se produire le glissement dans les assemblages, quand ils n'offrent pas encore cette particularité vicieuse.

Pour ces recherches, on se sert des mêmes appareils Manet, avec cette seule différence que les griffes sont disposées de manière à pouvoir placer l'un des points d'appui sur l'assemblage et l'autre sur la pièce assemblée.

Si, en appliquant ainsi ces appareils sur un assemblage, on observe un déplacement correspondant à la traction constatée dans la pièce assemblée, on en peut conclure que le glissement n'intervient que pour une quantité insignifiante, mais si l'on observe un déplacement beaucoup plus grand, on se trouve en présence d'un glissement important.

En enlevant le rivet d'un assemblage d'une barre de treillis, indiquant un glissement prononcé, on n'a pas tardé à reconnaître un trou mal foré, bien que les têtes du rivet ne portassent aucune trace suspecte.

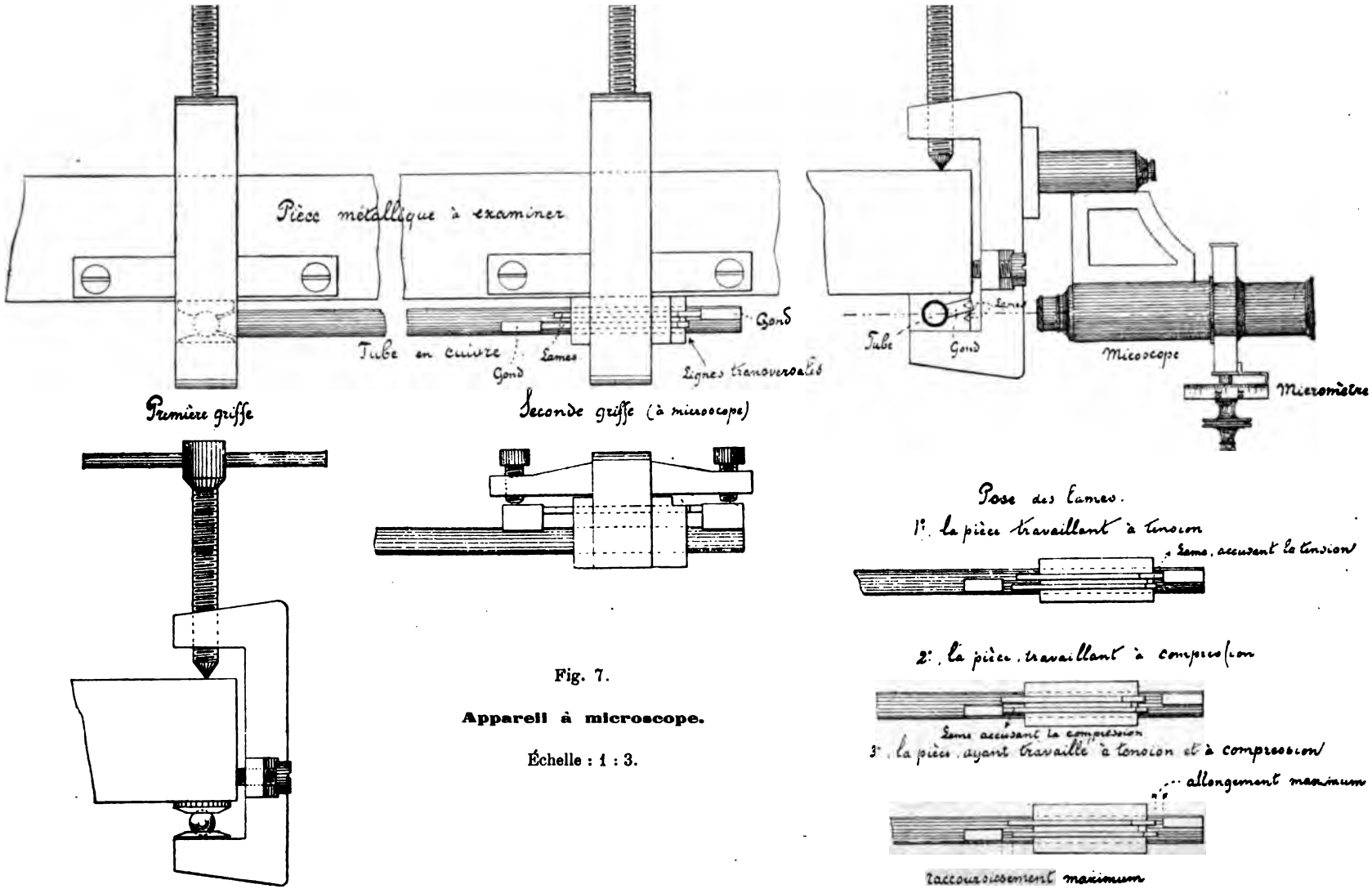


Fig. 7.

Appareil à microscope.

Échelle : 1 : 3.

En procédant ainsi durant trois ans, on a pu constater que les pièces de pont à l'extrémi de quelques ponts tournants étaient trop faibles pour résister aux chocs des trains arriva sur le pont; que les tôles verticales des semelles supérieures étant pliées, subissaient mouvement de flexion au passage de chaque train; que les barres de contreventement quelques ponts n'avaient pas la section nécessaire pour résister aux chocs et qu'en géné les bandes plates, formant les diagonales, quoique d'une section suffisante, étaient tr minces pour résister aux oscillations transversales.

Mais, étant admis qu'on ait examiné ainsi toutes les pièces composant la constructi métallique et qu'on en ait corrigé les défauts plus ou moins bien, on ne saurait se flatt encore d'avoir réalisé une sécurité parfaite quant à la solidité.

Il serait encore à craindre qu'un défaut ait échappé à l'examen ou que, depuis celui-ci un autre défaut ne se soit produit.

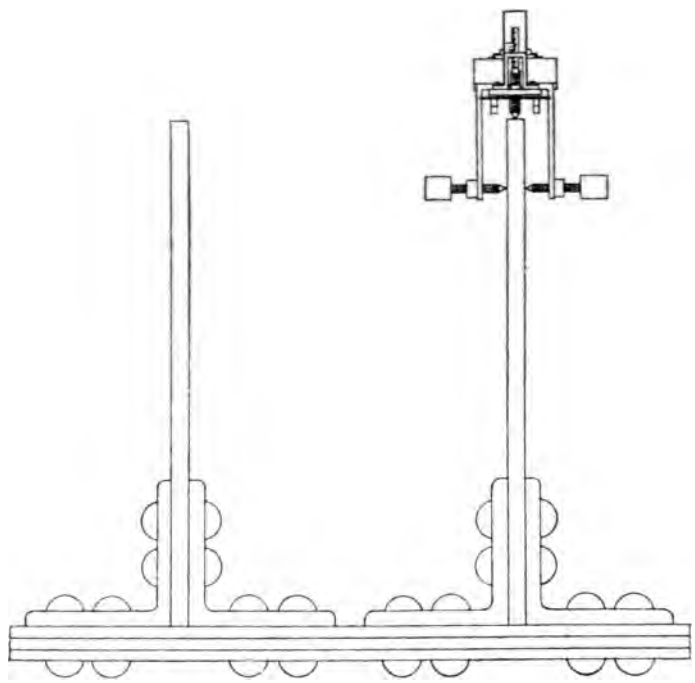


Fig. 8.

Pour constater si, après un certain intervalle de temps, la structure métallique se trouve encore dans les mêmes conditions que lors du dernier examen, on pourrait rechercher si la forme géométrique n'a pas changé. Et si on trouvait une variation partielle, on en pourrait déduire quelles sont les pièces ou les assemblages qui l'ont causée. Un examen rigoureux de ces détails indiquerait les défauts cachés.

La recherche de la forme géométrique des poutres à barres de triangulation serait un travail considérable ; on le simplifie en ne déterminant que la forme de la semelle inférieure. A cet effet, on pourrait mesurer la distance verticale d'une série de points de la semelle à un plan fixe, mais ce procédé, exigeant l'emploi d'instruments de nivellement, ne donnerait pas de résultats assez précis. Aussi préfère-t-on mesurer l'inclinaison de la semelle au milieu des panneaux, une déformation locale se trahissant par une variation de ces inclinaisons.

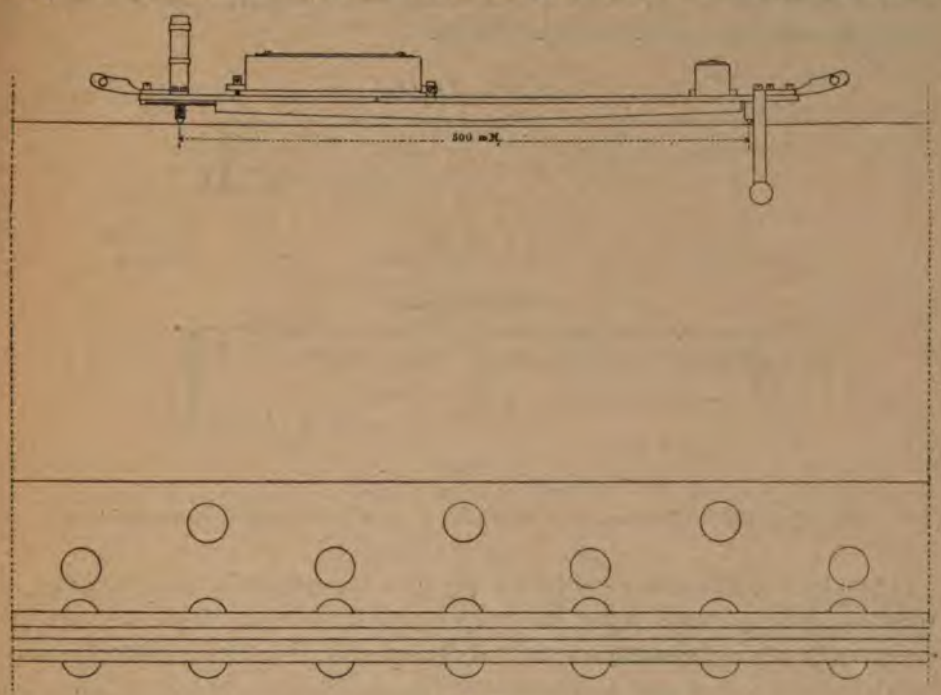


Fig. 9.

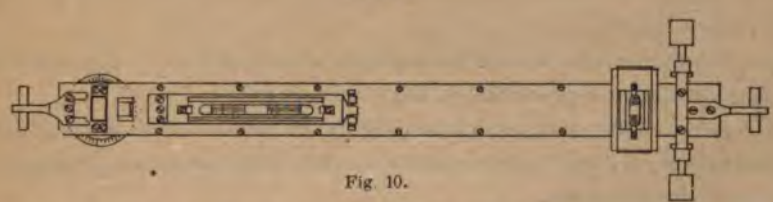


Fig. 10.

Fig. 8 à 10. — *Instrument destiné à mesurer la variation des pentes des tôles verticales de la semelle inférieure.*

L'instrument destiné à cet usage se compose d'un niveau reposant sur deux appuis, dont l'un est fixe et dont l'autre peut se déplacer verticalement sous l'action d'une vis micrométrique (fig. 8 à 10).

On place l'instrument sur la face supérieure de la tôle verticale faisant partie de la semelle inférieure, les points d'appui étant fixés sur cette face au moyen d'un poinçon. L'instrument étant en place, on amène la bulle entre ses repères en tournant la vis, puis on le retourne bout par bout et on le ramène de nouveau dans la position horizontale; dans les deux positions, on lit les indications de la vis. La différence des chiffres ainsi obtenus donne le double de la pente, tandis que leur somme donne toujours le même total, ce qui permet de contrôler les opérations (fig. 11 et 12).

Position primitive.

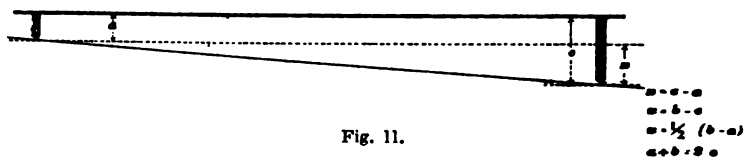


Fig. 11.

Position inverse.

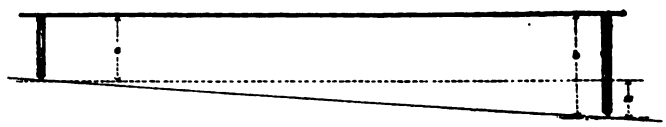


Fig. 12.

Fig. 11 et 12. — *Représentation schématique du niveau dans ses deux positions.*

Par suite de la déformation continuelle que subit la construction sous l'influence des variations de température, il faut choisir les heures du jour où celle-ci est à peu près constante. En général, il suffit que le ciel soit couvert, mais, pour bien apprécier l'influence de la température, on dispose deux instruments en plaçant le premier près de l'appui de la poutre, un changement de température indiquant en cet endroit la variation la plus forte de la pente de la semelle.

Puis, en mesurant avec le second instrument la pente dans tous les panneaux consécutifs de la même semelle, on reprend chaque fois la mesure près de l'appui.

Si ces derniers chiffres sont sensiblement égaux, on peut s'en tenir à ceux obtenus par le second instrument; si l'écart devient notable, on cesse le travail pour le reprendre dans des circonstances plus favorables.

Il faut avoir soin de bien protéger les points d'appui de la rouille qui se trouve sur la face supérieure de la semelle.

La direction des épreuves des ponts nouveaux et des épreuves périodiques des ponts à barres de triangulation est de la compétence du conseil de surveillance des chemins de fer.

M. Schroeder van der Kolk, ingénieur spécialement désigné par l'État, assisté d'un ingénieur adjoint et de deux aides, est chargé de ces recherches scientifiques, sous la direction du conseil susdit.

C'est lui qui a organisé la nouvelle méthode relative aux épreuves concernant les grands ponts dans les Pays-Bas et qui a proposé les améliorations apportées à l'appareil Manet.

C'est à lui que l'on doit encore l'application du niveau, servant à démontrer une déformation partielle des poutres à barres de triangulation.

La Haye, juin 1895.

ANNEXE II.

Errata à l'exposé par Max Edler von Leber.

Planche IV/I du tiré à part en français n° 20 et du *Compte rendu* (planche I du *Bulletin* de 1895), entre les pages 1726 et 1727, dans la « légende explicative », les lettres **a** et **b** se rapportent aux trains extra lourds et **a'** et **b'** aux trains lourds.

Page IV/89 (p. 1721 du *Bull.*), lignes 6 à 9, *lisez :* « Le pont du Viaur, sur la ligne de Carmaux à Rodez, construit actuellement pour l'État avec une voie seulement (entrebaissée), par la Société de construction des Batignolles, fait passer la voie à 111^{m}8 au-dessus de l'étiage, au moyen d'une arche centrale de 220 mètres de portée » (1).

(1) Cette dernière correction a déjà été indiquée dans le *Bulletin* de juin 1895 (2e fascicule), p. 2626.

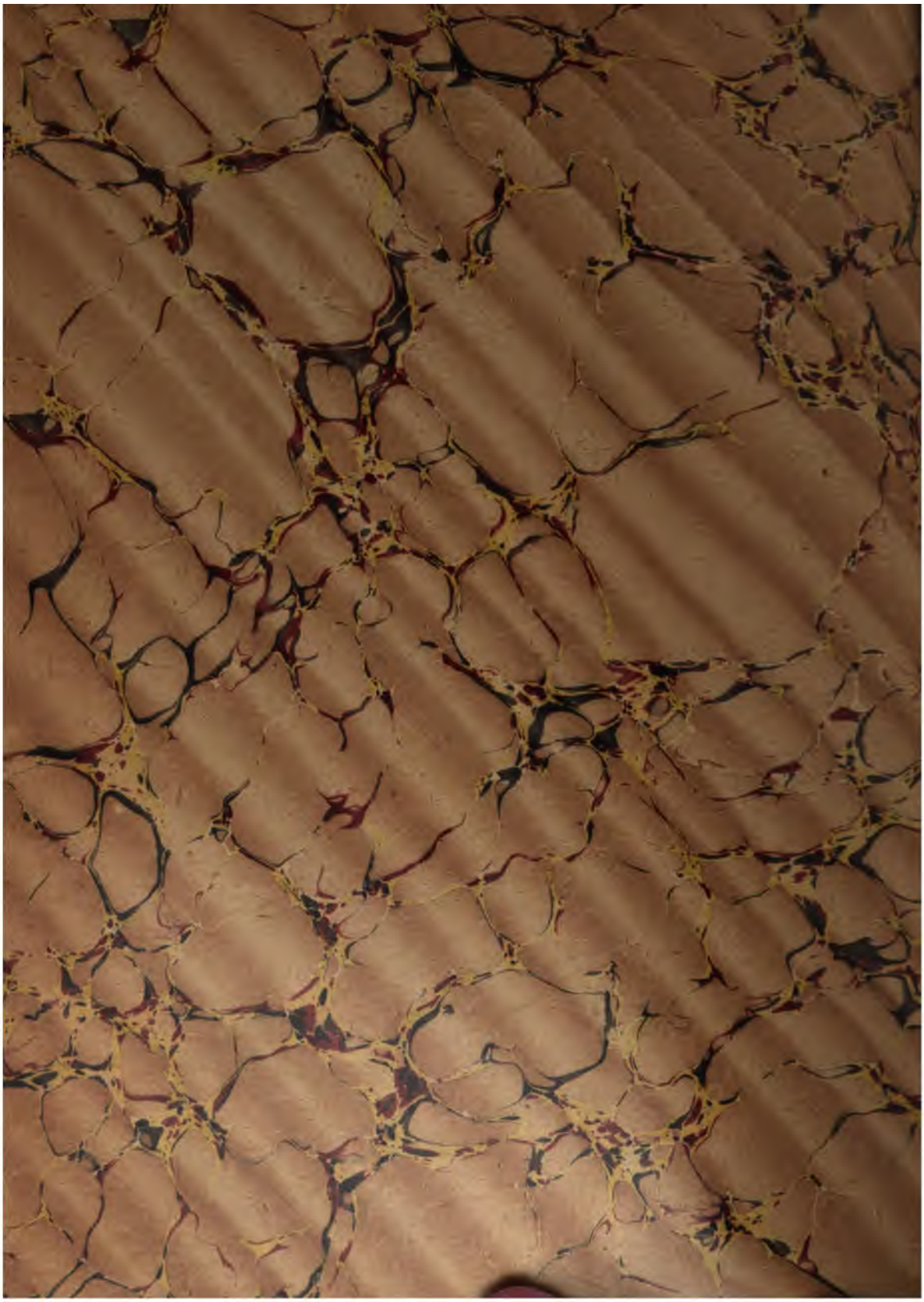
TABLE DES MATIÈRES

DU

VOLUME I

1re SECTION. — VOIES ET TRAVAUX.

QUESTION IV. — **Construction et épreuves des ponts métalliques.**



N° du tiré à part.	NUMÉRO de la question.	TITRE DE LA QUESTION.	DOCUMENTS.
13	XIX	Répartition des wagons vides	Exposé, par M. Henry Lambert.
			Note I, par l'Administration des chemins de fer de l'Etat belge.
			Note II, par M. René Picard.
14	XIV	Roulement des machinistes	Exposé, par M. Masui.
			Note I, par l'Administration des chemins de fer italiens de la Méditerranée.
			Note II, par l'Administration du chemin de fer Hollandais.
			Note III, par l'Administration des chemins de fer du Jura-Simplon.
			Note IV, par l'Administration des chemins de fer du Sud-ouest de la Russie.
			Note V, par l'Administration des chemins de fer de l'Ouest français.
			Note VI, par l'Administration des chemins de fer de l'Etat roumain.
			Note VII, par l'Administration des chemins de fer du Nord français.
			Note VIII, par l'Administration des chemins de fer de l'Etat suédois.
15	XII (Suite, voir n° 3)	Matériel des lignes à faible trafic.	Note, par M. Henry Lambert.
16	XXXVI	Matériel roulant des chemins de fer économiques.	Exposé, par M. Rigoni.
17	XXX	Marchandises à petite vitesse	— par M. C. Frigo.
18	XV-*B*	Renseignements techniques relatifs aux tubes à fumée.	— par M. J. Bertoldo.
19	XXXIV	Largeur de la voie des chemins de fer économiques.	— par M. Radice.
			Annexe : La question de la largeur de de la voie aux sessions de l'union internationale permanente des tramways.
20	IV	Efforts des bandages sur les rails	Exposé, par M. V. Klemming.
21	XXXVIII	Administration des chemins de fer économiques .	— par M. E. Level et M. Cossmann.
22	XXIII-*A*	Renseignements techniques relatifs à l'utilisation des installations et du personnel des gares.	— par MM. J. de Larminat, et H. Moffre.
23	XXIII-*B*	Renseignements techniques relatifs à l'utilisation des voitures et des wagons.	— par M. Cairo.
24	XXXII	Établissements annexes (hôtels, buffets)	— par M. William Towle.
25	XXIX	Mouvement des voyageurs	— par M. W. Heusler.
			Note, par l'Administration des chemins de fer de l'Etat hongrois, (résultats du tarif par zones hongrois jusqu'à la fin de l'année 1890 et complément relatif à l'année 1891).

N° du tiré à part.	NUMÉRO de la question.	TITRE DE LA QUESTION.	DOCUMENTS.
26	XV-*E*	Renseignements techniques relatifs aux essieux coudés.	Exposé, par sir Andrew Fairbain.
27	XV-*D*	Renseignements techniques relatifs au graissage des locomotives.	— par M. E. Hubert.
28	XVII	Éclairage des signaux.	— par MM. E. Sartiaux et G. Dumont.
29	XV-*G* (Suite, voir n° 2)	Renseignements techniques relatifs aux chaudières de locomotives.	Complément à l'exposé, par M. Belleroche.
			Note IV, par l'Administration des chemins de fer d'Orléans.
			Note V, par l'Administration du chemin de fer de P.-L.-M.
30	XI-*A*	Principe compound appliqué aux locomotives . .	Exposé, par MM. Parent et Carcanagues.
31	XXXIII	Renseignements techniques relatifs aux résultats d'exploitation comparés d'après le formulaire XI et aux prix de revient de l'unité kilométrique.	— par M. Amiot.
32	XX	Échange du matériel roulant	— par M. de Richter.
33	VIII-*A*	Renseignements techniques à recueillir conformément aux formulaires I et II sur les bris des rails et l'usure des rails d'acier.	— par MM. Bricka et De Busschere.
			Note I, par l'Administration des chemins de fer de l'Etat belge.
			Note II, par l'Administration des chemins de fer du Gothard.
			Note III, par l'Administration des chemins de fer de l'Est français.
			Note IV, par l'Administration des chemins de fer méridionaux italiens (réseau de l'Adriatique).
34	XXVII-*C*	Répartition des dépenses indivises d'un réseau.	Exposé, par M. Carlier.
35	XV-*F*	Renseignements techniques relatifs aux foyers de locomotives.	— par M. Hodeige.
36	XXXI	Caisses de retraite et de secours	— par M. G. de Laveleye.
			Annexe *A* : Réponses au questionnaire d'enquête relatif aux caisses de retraite, de secours et de prêts.
			Annexe *B* : Réponses rédigées en allemand au questionnaire d'enquête relatif aux caisses de retraite, de secours et de prêts, résumées et mises en ordre par Ign. Konta.
			Annexe *C* : Résumé des réponses se rapportant soit à l'ensemble, soit à un chapitre entier du questionnaire.
			Annexe *D* : Liste des Administrations auxquelles le questionnaire a été envoyé.
			Note par l'Administration P.-L.-M.

N° du tiré à part.	NUMÉRO de la question.	TITRE DE LA QUESTION.	DOCUMENTS.
37	XVIII-*A*	Intercommunication dans les trains.	Exposé par M. Harry Pollitt.
			Note par l'Administration des chemins de fer de l'Est français.
38	III	Entretien des voies	Exposé, par M. F. Bruneel.
39	XV-*C*	Renseignements techniques à recueillir conformément au formulaire VI sur les bandages.	— par M. A. Hodeige.
			Complément à l'exposé, par M. A. Hodeige.
40	XXII	Lignes à faible trafic	Exposé, par M. J. Lewis.
41	VII	Contrôle de la vitesse des trains	— par M. J. Silvola.
42	X (Suite, Voir n° 8)	Production de la vapeur.	Second complément à l'exposé, par M. Ed. Sauvage.
43	XXV	Moyens de développer les relations internationales en ce qui concerne le trafic des marchandises.	Exposé, par M. Louis de Perl.
44	XVI	Signaux fixes et Block-system :	
		A. Signaux fixes.	— par M. A. Flamache.
		B. Block-system et interlocking system . . .	— par M. C. Ramaeckers.
45	VIII *B*	Renseignements techniques à recueillir conformément au formulaire III sur l'entretien courant des traverses métalliques.	— par M. A. Kowalski.
			Note I, par l'Administration des chemins de fer de l'Est.
			Note II, par l'Administration du chemin de fer Grand Central Belge.
			Note III, par l'Administration des chemins de fer de l'Etat néerlandais.
			Note IV, par l'Administration des chemins de fer du Jura-Simplon.
			Note V, par l'Administration du chemin de fer de Dakar à Saint-Louis.
46	XV-*A*	Renseignements techniques à recueillir conformément au formulaire IV sur la consommation du combustible dans les locomotives.	Exposé, par M. A. Hodeige.
			Supplément à l'exposé, par le même.
			Note, par le même. (Emploi des combustibles liquides.)
47	IX	Passage dans les courbes : *A*. Matériel roulant .	Exposé par M. F. Lancrenon et M. J. Morandière.
		— *B*. Voie	— par M. G. du Bousquet.
			Note, par M. Max Edler von Leber.
48	XV-*D* (Suite, voir n° 27)	Renseignements techniques relatifs au graissage des locomotives.	Note I, par l'Administration des chemins de fer de l'Etat belge.
			Note II, par l'Administration des chemins de fer de Paris-Orléans.
49	XVIII-*B*	Appareils de correspondance	Exposé, par M. Harry Pollitt.
			Note, par l'Administration des chemins de fer de l'Etat russe.
50	XVIII-*C*	Communications entre les stations et les trains en marche.	Exposé, par M. Harry Pollitt.

N° du tiré à part.	NUMÉRO de la question.	TITRE DE LA QUESTION.	DOCUMENTS.
51	V-*B*	Relation entre les ponts et le matériel roulant.	Exposé, par M. N. Béléloubsky.
52	XXXVII-*B*	Vélocipèdes et draisines	— par M. L. Weissenbruch.
53	XXXVII-*A*	Modes spéciaux de traction.	— par M. Ernest Gérard.
54	VIII-*C*	Renseignements techniques relatifs aux traverses en bois.	— par M. V. Herzenstein.
			Note, par M. Béléloubsky.
55	VI	Trains rapides	Exposé, par Sir Georges Findlay.
56	XXIX (Suite, voir n° 25)	Mouvement des voyageurs	Note II, par M. de Perl.
57	XXIII-*A* (Suite, voir n° 22)	Renseignements techniques relatifs à l'utilisation des installations et du personnel des gares.	Note I, par l'Administration des chemins de fer de l'Etat russe.
58	XXVII-*B* (Suite, voir n° 25)	Répartition des dépenses des troncs communs.	Exposé, par sir Henry Oackley.
59	XXIV	Chemins de fer dans les pays neufs	Exposé, par M. N. de Sytenko.
			Annexe I : Les chemins de fer dans la Nouvelle-Zélande, par M. J.-P. Maxwell.
			Annexe II : Le chemin de fer de l'Etat à la côte occidentale de Sumatra, par M. Ruys.
			Annexe III : Questionnaire détaillé.
			Note I, par le ministère de la guerre impérial russe.
60	V-*A*	Relation entre la voie et le matériel roulant	Exposé, par M. Wilhelm Ast.
			Note I, par l'Administration des chemins de fer de l'Etat belge.
			Note II, par M. V. Anitchkow.
			Note III, par M. F. Benedetti.
			Complément à l'exposé, par M. Wilhelm Ast.
			Annexe au complément, par le même.
61	XV-*I*	Renseignements techniques relatifs aux machines de manœuvre.	Exposé, par M. N. Antochine.
			Note, par l'Administration de la Grande Société des chemins de fer russes.
62 (1)	XXIV (Suite, voir n° 59)	Chemins de fer dans les pays neufs	Note II, par Sir Charles Tupper.
63 (2)	XXVIII-A	Répartition du trafic d'un réseau	Exposé par M. d'Espregueira.
»	»	»	Tables des tirés à part dans l'ordre de publication et dans l'ordre des questions.

(1) Distribué après la session. Une première épreuve non revue par l'auteur a été distribuée (sans couverture) à Saint-Pétersbourg.

(2) Distribué après la session.

NÉCROLOGIE

M. Gustave CENDRE

INSPECTEUR GÉNÉRAL DES PONTS ET CHAUSSÉES, DIRECTEUR DES CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT FRANÇAIS
OFFICIER DE LA LÉGION D'HONNEUR
ANCIEN MEMBRE DE LA SECTION FRANÇAISE DE LA COMMISSION INTERNATIONALE
CHARGÉE DE L'ORGANISATION DE LA TROISIÈME SESSION DU CONGRÈS DES CHEMINS DE FER

L'excursion que les délégués à la quatrième session du Congrès ont faite à Moscou a été douloureusement attristée par la mort subite d'un collègue éminent, M. Cendre, souffrant depuis de longues années d'une affection pulmonaire : c'est elle qui l'a enlevé à ses nombreux amis. La Commission internationale sait tout ce qu'elle perd dans ce collaborateur si distingué et si dévoué à l'œuvre des Congrès de chemins de fer. Ne l'a-t-il pas servie jusqu'au dernier souffle ?

Nous saluons sa mémoire de nos plus vifs regrets.

Nous reproduisons les paroles émues prononcées par M. Viette, ministre des travaux publics, au départ de la dépouille mortelle de Paris pour Limoges, le 15 septembre dernier. Elles retracent mieux que nous ne pourrions le faire la belle carrière de notre ancien et estimé collègue :

J'accomplis un douloureux devoir en venant saluer pour la dernière fois mon collaborateur et ami, Gustave Cendre.

Depuis bien des années, nous étions liés par une amitié qui ne s'est jamais démentie.

Nous avons fait nos premières armes ensemble dans ces journaux jeunes et pleins de foi en l'avenir qui, sous le régime impérial, adressaient à la liberté d'ardentes invocations.

Depuis cette époque, j'ai souvent eu recours à ses conseils et à la sûreté de son jugement.

Retracerai-je, devant ceux qui l'ont connu, sa carrière si utile, si brillante et si courte ? Il fut l'honneur des ponts et chaussées et de la démocratie. Fils d'un voyageur de commerce, proscrit de Décembre, il parvint, par son seul mérite, aux fonctions les plus élevées.

Secrétaire particulier de Gambetta, il prit part à la Défense nationale et seconda le grand citoyen qui incarna en soi l'âme de la patrie en danger.

Ingénieur dans l'Isère, il sut prouver que les intérêts de l'État et des départements, loin d'être incompatibles, s'unissent et se fortifient dans une courtoise entente. La décentralisation, il la faisait sans efforts, sans lois, sans décrets, par sa cordialité et son bon vouloir. Il démontra cette vérité dont il était pénétré que les devoirs les plus impérieux n'excluent pas la bienveillance et que le représentant de la puissance publique ne doit pas être, pour les populations, un maître, mais un ami.

La ville de Grenoble lui accorda le droit de cité et lui confia le mandat de conseiller municipal.

Plus tard directeur des chemins de fer au ministère des travaux publics, inspecteur général des ponts et chaussées, directeur du réseau de l'État, il put donner la mesure de ses facultés intellectuelles si solides et si étendues. On s'accordait à lui reconnaître cette hauteur de vues, cette liberté d'esprit qui sont la marque et le sceau des âmes d'élite.

Doué d'une merveilleuse facilité d'assimilation, son intelligence curieuse et primesautière, mélange d'intuition et de science, étudiait et au besoin devinait toutes les questions.

Mais il possédait des qualités plus précieuses encore, celles du cœur. Il était bon et il se montrait sans cesse préoccupé d'améliorer la condition des employés de notre grand outillage national. Il fut l'initiateur de généreuses innovations. La maladie, longue et cruelle, qui l'a terrassé ne parvint pas à altérer la bienveillance qui formait le fond de son caractère.

Depuis longtemps il ne vivait plus que par l'énergie morale et par la force de la volonté. Le voyant si frêle et pourtant si vaillant, je voulus le dissuader de se rendre au Congrès des chemins de fer; j'étais obsédé d'une vision funèbre. Le sentiment très élevé, mais peut-être exagéré, du devoir lui fit repousser mes exhortations et mes prières : « J'irai à mon poste, me dit-il, quand même je devrais y rencontrer la mort. Je ne paraîtrai pas reculer devant le danger. »

Dans ce corps qui n'était plus qu'une ombre, l'intelligence invincible ne connut ni les faiblesses, ni les défaillances; elle jetait de plus vives lueurs avant de s'éteindre et jusqu'au moment suprême elle brillait comme la lampe qui veille auprès du cercueil.

Il rencontra la mort au rendez-vous; il exhala le dernier soupir au champ d'honneur, sur une terre lointaine et amie, laissant après lui de longs regrets, de fidèles affections et la mémoire respectée d'un loyal serviteur de la France et de la République.

N° du tiré à part.	numéro de la question.	TITRE DE LA QUESTION.	DOCUMENTS.
37	XVIII-A	Intercommunication dans les trains.	Exposé par M. Harry Pollitt.
			Note par l'Administration des chemins de fer de l'Etat français.
38	III	Entretien des voies.	Exposé, par M. F. Stassart.
39	XV-C	Renseignements techniques à recueillir conformément au formulaire VI sur les bandages.	— par M. A. Hodiège.
			Complément à l'exposé, par M. A. Hodiège.
40	XXII	Lignes à faible trafic.	Exposé, par M. J. Lewis.
41	VII	Contrôle de la vitesse des trains.	— par M. J. Silvels.
42	X Suite, Voir n° 2	Production de la vapeur.	Second complément à l'exposé, par M. Ed. Sauvage.
43	XXV	Moyens de développer les relations internationales en ce qui concerne le trafic des marchandises.	Exposé, par M. Louis de Feri.
44	XVI	Signaux fixes et Block-system :	
		A. Signaux fixes.	— par M. A. Flamache.
		B. Block-system et interlocking system.	— par M. C. Ramaekers.
45	VIII B	Renseignements techniques à recueillir conformément au formulaire III sur l'entretien courant des traverses métalliques.	— par M. A. Kowalski.
			Note I, par l'Administration des chemins de fer de l'Etat.
			Note II, par l'Administration du chemin de fer Grand Central Belge.
			Note III, par l'Administration des chemins de fer de l'Etat néerlandais.
			Note IV, par l'Administration des chemins de fer du Jura-Simplon.
			Note V, par l'Administration du chemin de fer de Dakar à Saint-Louis.
46	XV-A	Renseignements techniques à recueillir conformément au formulaire IV sur la consommation du combustible dans les locomotives.	Exposé, par M. A. Hodiège.
			Supplément à l'exposé, par le même.
			Note, par le même. (Emploi des combustibles liquides.)
47	IX	Passage dans les courbes : A. Matériel roulant.	Exposé, par M. F. Lamoreux et M. J. Morandière.
		— B. Voie.	— par M. G. du Bousquet.
			Note, par M. Max Edler von Leber.
48	XV-D (Suite, voir n° 27)	Renseignements techniques relatifs au graissage des locomotives.	Note I, par l'Administration des chemins de fer de l'Etat belge.
			Note II, par l'Administration des chemins de fer de Paris-Orléans.
49	XVIII-B	Appareils de correspondance.	Exposé, par M. Harry Pollitt.
			Note, par l'Administration des chemins de fer de l'Etat russe.
50	XVIII-C	Communications entre les stations et les trains en marche.	Exposé, par M. Harry Pollitt.